

2002 ClassNK 技術セミナー

ClassNK

(財) 日本海事協会

目 次

改正技術規則の解説

1. 鋼船規則等の一部改正	1
2. 鋼船規則等の改正概要	
2.1 材料の製造及び検査関連	7
2.2 アスベストの使用禁止関連	9
2.3 水中検査及び縦強度評価関連	10
2.4 遡及適用要件に関する検査関連	11
2.5 IBC コード改正関連	12
2.6 IGC コード改正関連	13
2.7 新造ばら積貨物船の横隔壁の構造詳細及び溶接関連	14
2.8 鉱石運搬船の直接強度計算関連	16
2.9 油タンカーのダブルハル化早期実施関連	19
2.10 船体監視システム規則関連	21
2.11 FPSO の取扱い関連	22
2.12 試験機関連	23
2.13 ガスタービンの安全装置関連	28
2.14 M0 海上試験, 安全システムの設計及びディーゼル主機等の警報装置関連	33
2.15 自動車運搬船の倉内電気機器関連	36
2.16 プロペラ材料関連	38
2.17 蒸気管及び熱媒油管関連	41
2.18 内航船等に対する非常電源からの給電関連	42
2.19 SOLAS II-2 章 2000 年改正関連	43
2.20 SOLAS V 章 2000 年改正関連	58
2.21 船内通報装置と一般非常警報装置等との兼用及び設置に関する要件関連	65
2.22 SOLAS 条約 II-1 章改正関連	66
2.23 船尾管軸受の温度センサ関連	67

技術トピックス

ばら積貨物船の構造強度に関するガイドライン

1. 直接強度計算ガイドライン(ばら積貨物船編)の概要	68
2. 疲労強度評価ガイドライン(ばら積貨物船編)の概要	77
3. 縦曲げ最終強度評価ガイドライン(ばら積貨物船編)の概要	80
縦通肋骨疲労強度評価基準	82
FPSO ガイドライン	91
軸系アライメント計算におけるクランク軸の曲げ剛性及び等価軸径について	100

その他

船級符号への付記について	107
救命艇の事故について	113

— 改正技術規則の解説 —

1. 鋼船規則等の一部改正

2001年8月1日以降2002年6月30日までに制定された改正規則は下記の一覧のとおりである。

これらの改正規則のうち主要なものにつき、その「背景及び概要」を次章に解説する。

鋼船規則等の一部改正

案件	改正規則等		制定日	施行日		
ゴム継手の強度要件関連	和	規則	D編	02.02.20	02.07.01	
		要領	B編	02.02.20	02.07.01	
			D編	02.02.20	02.07.01	
水系固定装置を設備する船舶の排水ポンプ及びポンプ装置関連	和	規則	D編	02.06.25	02.07.01	
			R編	02.06.25	02.07.01	
		要領	R編	02.06.25	02.07.01	
ローズボックスの寸法関連	和	規則	D編	02.02.20	02.07.01	
非常発電機の停泊時使用関連	和	規則	H編	02.02.20	02.04.01	
		要領	H編	02.02.20	02.04.01	
自動閉鎖式空気管頭関連	和	規則	D編	02.02.20	02.07.01	
		要領	D編	02.02.20	02.07.01	
			認定要領	02.02.20	02.07.01	
火災探知警報装置等関連	和	規則	D編	02.06.25	02.07.01	
			H編	02.06.25	02.07.01	
			R編	02.06.25	02.07.01	
		要領	A編	02.06.25	02.07.01	
			D編	02.06.25	02.07.01	
			R編	02.06.25	02.07.01	
消火設備関連	和	規則	R編	02.06.25	02.07.01	
		要領	R編	02.06.25	02.07.01	
防火構造関連	和	規則	R編	02.06.25	02.07.01	
		要領	R編	02.06.25	02.07.01	
機関区域の火災安全措施関連	和	規則	D編	02.02.20	02.07.01	
		要領	D編	02.02.20	02.07.01	
試験機関連	和	規則	試験機	02.02.20	02.07.01	
		要領	試験機	02.02.20	02.07.01	
	英	規則	試験機	02.02.20	02.07.01	
		要領	試験機	02.02.20	02.07.01	
MARPOL 附属書 I 第 13G 規則関連	和	規則	海防	02.06.25	02.07.01	
		要領	海防	02.06.25	02.07.01	
無火花構造の通風装置関連	和	要領	規則	H編	02.02.20	02.07.01
			D編	02.02.20	02.07.01	
			H編	02.02.20	02.07.01	
			N編	02.02.20	02.07.01	
			S編	02.02.20	02.07.01	
			P編	02.02.20	02.07.01	
			R編	02.02.20	02.07.01	
損傷時及び非損傷時復原性関連	和	規則	C編	02.02.20	02.07.01	
			U編	02.02.20	02.07.01	
		要領	C編	02.02.20	02.07.01	
			U編	02.02.20	02.07.01	

案件	改正規則等		制定日	施行日	
イナートガス装置関連	和	規則	D編	02.02.20	02.07.01
			D編	02.02.20	02.07.01
		要領	N編	02.02.20	02.07.01
			S編	02.02.20	02.07.01
タンカーの船首尾荷役設備関連	和	規則	D編	02.02.20	02.07.01
ガスタービンの安全装置等関連	和	規則	D編	02.02.20	02.07.01
			高速船	02.02.20	02.07.01
		要領	D編	02.02.20	02.07.01
			高速船	02.02.20	02.07.01
	英	規則	D編	02.02.20	02.07.01
			高速船	02.02.20	02.07.01
		要領	D編	02.02.20	02.07.01
			高速船	02.02.20	02.07.01
MO 海上試験, 安全システムの設計及び ディーゼル主機等の警報装置関連	和	規則	自動化	02.02.20	02.07.01
		要領	自動化	02.02.20	02.07.01
	英	規則	自動化	02.02.20	02.07.01
		要領	自動化	02.02.20	02.07.01
自動車運搬船の倉内電気機器関連	和	規則	H編	02.02.20	02.04.01
		要領	H編	02.02.20	02.04.01
	英	要領	H編	01.12.28	02.04.01
材料の製造及び検査関連	和	規則	K編	02.02.20	02.07.01
		要領	K編	02.02.20	02.07.01
			認定要領	02.02.20	02.07.01
	英	規則	K編	02.02.20	02.07.01
		要領	K編	02.02.20	02.07.01
			認定要領	02.02.20	02.07.01
プロペラ材料関連	和	規則	K編	02.02.20	02.07.01
		要領	K編	02.02.20	02.07.01
	英	規則	K編	02.02.20	02.07.01
		要領	K編	02.02.20	02.07.01
アスベストの使用禁止関連	和	規則	B編	02.06.25	02.07.01
			海防	02.06.25	02.07.01
			冷蔵設備	02.06.25	02.07.01
			揚貨設備	02.06.25	02.07.01
			潜水装置	02.06.25	02.07.01
			高速船	02.06.25	02.07.01
		要領	プラスチック船	02.06.25	02.07.01
			フローティング	02.06.25	02.07.01
			B編	02.06.25	02.07.01
			高速船	02.06.25	02.07.01
			プラスチック船	02.06.25	02.07.01
			認定要領	02.06.25	02.07.01
	英	規則	B編	02.05.01	02.07.01
			海防	02.05.01	02.07.01
			冷蔵設備	02.05.01	02.07.01
			揚貨設備	02.05.01	02.07.01
			潜水装置	02.05.01	02.07.01
			高速船	02.05.01	02.07.01
			旅客船	02.05.01	02.07.01
			プラスチック船	02.05.01	02.07.01
			フローティング	02.05.01	02.07.01

案件	改正規則等			制定日	施行日
アスベストの使用禁止関連(続き)	英	要領	B編	02.05.01	02.07.01
			高速船	02.05.01	02.07.01
			旅客船	02.05.01	02.07.01
			プラスチック船	02.05.01	02.07.01
			認定要領	02.05.01	02.07.01
HSC コード関連	和	規則	高速船	02.06.25	02.07.01
		要領	高速船	02.06.25	02.07.01
			認定要領	02.06.25	02.07.01
	英	規則	高速船	02.05.01	02.07.01
		要領	高速船	02.05.01	02.07.01
			認定要領	02.05.01	02.07.01
蒸気管及び熱媒油管関連	和	規則	D編	02.02.20	02.07.01
	英	規則	D編	02.02.20	02.07.01
内航船等に対する非常用電源からの給電関連	和	要領	船橋設備	01.12.28	02.04.01
	英	要領	船橋設備	01.12.28	02.04.01
IBC コード改正関連	和	規則	S編	02.06.25	02.07.01
		要領	D編	02.06.25	02.07.01
			S編	02.06.25	02.07.01
	英	規則	S編	02.05.01	02.07.01
		要領	D編	02.05.01	02.07.01
			S編	02.05.01	02.07.01
IGC コード改正関連	和	規則	N編	02.06.25	02.07.01
		要領	N編	02.06.25	02.07.01
	英	規則	N編	02.05.01	02.07.01
		要領	N編	02.05.01	02.07.01
タンカー等の非常曳航設備関連	和	規則	C編	02.06.25	02.07.01
		要領	C編	02.06.25	02.07.01
			認定要領	02.06.25	02.07.01
	英	規則	C編	02.05.01	02.07.01
		要領	C編	02.05.01	02.07.01
			認定要領	02.05.01	02.07.01
シヨア硬さ試験機関連	和	規則	試験機	02.02.20	02.07.01
		要領	試験機	02.02.20	02.07.01
	英	規則	試験機	02.02.20	02.07.01
		要領	試験機	02.02.20	02.07.01
条約証書の有効期間関連	和	規則	国際条約	02.02.20	02.03.01
水中検査及び縦強度評価関連	和	規則	B編	02.06.25	02.07.01
		要領	B編	02.06.25	02.07.01
	英	規則	B編	02.05.01	02.07.01
		要領	B編	02.05.01	02.07.01
板厚計測箇所関連	和	規則	B編		
	英	規則	B編	01.12.28	02.02.01
機関計画検査関連	和	要領	B編	01.12.28	02.07.01
	英	要領	B編	01.12.28	02.07.01

案件	改正規則等		制定日	施行日	
遡及適用要件に対する検査関連	和	規則	A編	02.06.25	02.07.01
			B編	02.06.25	02.07.01
			N編	02.06.25	02.07.01
			S編	02.06.25	02.07.01
			海防	02.06.25	02.07.01
			高速船	02.06.25	02.07.01
	英	規則	B編	02.06.25	02.07.01
			A編	02.05.01	02.07.01
			B編	02.05.01	02.07.01
			N編	02.05.01	02.07.01
			S編	02.05.01	02.07.01
			海防	02.05.01	02.07.01
			高速船	02.05.01	02.07.01
		旅客船	02.05.01	02.07.01	
要領	B編	02.05.01	02.07.01		
	旅客船	02.05.01	02.07.01		
SOLAS II-2 章改正関連 其の1	和	規則	R編	02.06.25	02.07.01
		要領	R編	02.06.25	02.07.01
	英	規則	R編	02.05.01	02.07.01
		要領	R編	02.05.01	02.07.01
SOLAS II-2 章改正関連 其の2	英	規則	旅客船	02.05.01	02.07.01
		要領	旅客船	02.05.01	02.07.01
SOLAS II-2 章改正関連 其の3	和	規則	B編	02.06.25	02.07.01
			C編	02.06.25	02.07.01
			CS編	02.06.25	02.07.01
			D編	02.06.25	02.07.01
			H編	02.06.25	02.07.01
			N編	02.06.25	02.07.01
			P編	02.06.25	02.07.01
			Q編	02.06.25	02.07.01
			S編	02.06.25	02.07.01
			自動化	02.06.25	02.07.01
			火災制御	02.06.25	02.07.01
			高速船	02.06.25	02.07.01
	フローティング [※]	02.06.25	02.07.01		
	要領	B編	02.06.25	02.07.01	
		C編	02.06.25	02.07.01	
		D編	02.06.25	02.07.01	
		H編	02.06.25	02.07.01	
		N編	02.06.25	02.07.01	
P編		02.06.25	02.07.01		
認定要領	S編	02.06.25	02.07.01		
	自動化	02.06.25	02.07.01		
	高速船	02.06.25	02.07.01		

案件	改正規則等		制定日	施行日	
SOLAS II-2 章改正関連 其の3 (続き)	英	規則	B編	02.05.01	02.07.01
			C編	02.05.01	02.07.01
			CS編	02.05.01	02.07.01
			D編	02.05.01	02.07.01
			H編	02.05.01	02.07.01
			N編	02.05.01	02.07.01
			P編	02.05.01	02.07.01
			Q編	02.05.01	02.07.01
			S編	02.05.01	02.07.01
			自動化	02.05.01	02.07.01
			火災制御	02.05.01	02.07.01
			高速船	02.05.01	02.07.01
			フローティング*	02.05.01	02.07.01
			要領	B編	02.05.01
	C編	02.05.01		02.07.01	
	D編	02.05.01		02.07.01	
	H編	02.05.01		02.07.01	
	N編	02.05.01		02.07.01	
	P編	02.05.01		02.07.01	
	S編	02.05.01		02.07.01	
自動化	02.05.01	02.07.01			
高速船	02.05.01	02.07.01			
認定要領	02.05.01	02.07.01			
SOLAS 条約 IV 章改正関連	英	規則	通信設備	02.05.01	02.07.01
要領		通信設備	02.05.01	02.07.01	
SOLAS 条約 V 章改正関連	和	規則	安全設備	02.06.25	02.07.01
要領		安全設備	02.06.25	02.07.01	
丸窓及び角窓の水密検査関連	和	規則	L編		
	英	規則	L編	02.05.01	02.05.01
FPSO の取扱い関連	和	要領	P編	02.05.01	02.07.01
	英	要領	P編	02.05.01	02.07.01
新造ばら籍貨物船の構造詳細関連	和	規則	C編		
	英	規則	C編	02.05.01	02.07.01
鉱石運搬船の直接強度計算関連	和	要領	C編	02.02.01	02.07.01
	英	要領	C編	02.02.01	02.07.01
船体監視システム規則	和	規則	新規制定	02.05.01	02.05.01
	英	規則	新規制定	02.05.01	02.05.01
油タンカーのダブルハル化早期実施関連	和	規則	海防	02.06.25	02.09.01
		要領	海防	02.06.25	02.09.01
	英	規則	海防	02.05.01	02.09.01
		要領	海防	02.05.01	02.09.01
船舶安全管理システム関連	和	規則	登録	02.06.25	02.09.01
			安全管理システム	02.06.25	02.09.01
	要領	安全管理システム	02.06.25	02.09.01	
		安全管理システム	02.06.25	02.09.01	
英	規則	安全管理システム	02.05.01	02.07.01	
	要領	安全管理システム	02.05.01	02.07.01	
特記事項の記載関連	和	規則	登録規則	02.02.20	02.07.01
		要領	細則	02.02.20	02.07.01
	英	要領	細則	02.02.20	02.07.01

案件	改正規則等			制定日	施行日
船内通報装置と一般非常警報装置との兼用及び接地に関する要件関連	和	要領	H編	02.05.01	02.11.01
	英	要領	H編	02.05.01	02.11.01
SOLAS II-1 章改正関連	和	規則	H編	02.06.25	02.07.01
	英	規則	H編	02.05.01	02.07.01
船尾管軸受の温度センサ関連	和	要領	B編	02.05.01	02.07.01
			D編	02.05.01	02.07.01
	英	要領	B編	02.05.01	02.07.01
			D編	02.05.01	02.07.01
新造ばら籍貨物船の横隔壁の溶接関連	和	規則	C編		
		要領	C編		
	英	規則	C編	02.05.01	02.07.01
		要領	C編	02.05.01	02.07.01

2.1 材料の製造及び検査関連

改正の背景

船体用圧延鋼材の製品の質を一定の高いレベルで維持することは、船体構造の潜在的な欠陥を排除する意味で非常に重要なことであり、これを達成するためには、製造者の責任において、承認された製造方法の遵守及び製品の適切な管理を行うことが欠かせない。

そこで IACS では、船体構造用鋼材に対する統一規則（以下、UR という。）W11 中に、材料の製造に係わる管理を製造者が責任を持って行うという概念を第 3 回一部改正（IACS UR W11/rev.3）で導入した。

この UR の改正を受け、鋼船規則 K 編 1 章に製造者による材料の製造に係る管理と検査員によるその確認に関する要件を新たに設けた。また本 UR の取入れと同時に、K 編 1 章の構成を「一般」、「製造とその承認」、「製造管理」、「試験及び検査」及び「合格材の表示と試験証明書」という形で整理し、一部表現を簡素化することによりわかり易い規定となるよう見直した。また、この見直しに伴い、鋼船規則 K 編他章及び船用材料・機器等の承認及び認定要領の引用番号を改めた。

さらに、同 UR の改正において、熱処理の定義が追加されたことを受けて、鋼船規則検査要領 K 編 3 章を改正した。

改正の内容

鋼船規則 K 編

1 章の構成を下記のとおり全面的に見直した。

新規則	旧規則
1.1 一般	1.1 一般
1.1.1 適用	1.1.1 適用
1.2 材料の製造とその承認	1.1.2 製造方法
1.2.1 材料の製造	1.1.3 化学成分
1.2.2 製造方法の承認	1.1.4 試験及び検査
1.3 材料の製造管理	1.1.5 試験及び検査の施行
1.3.1 製造管理の実施	1.1.6 材料の識別
1.3.2 管理状況の確認	1.1.7 試験証明書
1.4 材料に対する試験及び検査	1.1.8 品質及び欠陥の補修
1.4.1 試験及び検査の実施	1.1.9 再試験
1.4.2 試験及び検査の規格	1.1.10 合格材の表示
1.4.3 品質及び補修	
1.4.4 再試験	
1.5 合格材の表示と試験証明書	
1.5.1 表示	
1.5.2 試験証明書	

UR W11/rev.3 に倣って、1 章に下記新規要件を追加した。

- ① 1.2.2-2.として、熱処理に TMCP を適用する場合における当該熱処理工程の実効性の確認に関する規定を追加した。
- ② 1.3.1-1.として、製造管理について製造者が遵守すべき事項を規定した。
- ③ 1.3.2-1.として、1.3.1-1.で規定する製造管理に問題が生じた場合又は必要と認めた場合における本会検査員による管理状況の確認に関する規定を追加した。
- ④ 1.3.2-2.として、-1.の確認により不具合が生じた場合に採るべき是正措置に関する規定を追加した。

1 章の改正に伴い、他章中の引用条文番号を改めた。

鋼船規則検査要領 K 編

- ① K1 の構成を、規則に倣って改めた。
- ② K3.1.4「熱処理」に、UR W11/rev.3 に倣って、「圧延のまま」、「焼ならし」及び「焼入れ焼戻し」の定義を追加した。

船用材料・機器等の承認及び認定要領

鋼船規則 1 章の改正に伴い、引用条文番号を改めた。

2.2 アスベストの使用禁止関連

改正の背景

アスベスト（石綿）は、かんらん石や輝石などが地熱で溶けて地中で凝結する際、地下水や炭酸ガスで変化し、繊維状に結晶した鉱石であり、絶縁、断熱性に優れているため、煙突、タイル電気製品と用途が広い。しかしながら、これが粉塵となって大気に混ざると汚染物質となり、呼吸器障害の一種である石綿症や肺がんを起こすとされている。船舶に使われる材料に関しても、SOLAS II-1 章 第 3-5 規則が制定され、船舶でのアスベストの使用が原則禁止となった。この規定を各規則中に規定した。

改正の内容

2000 年 11 月に開催された第 73 回海上安全委員会において SOLAS II-1 章の一部が改正となり、新たに第 3-5 規則としてアスベストの使用を禁止する規定が設けられ、2002 年 7 月 1 日に発効した。これに合わせてアスベストの使用禁止を規定することとし、各規則の登録検査または各設備・装置規則の総則に取り入れた。また、やむを得ず当該材料を使用した場合について船舶に記録が残るよう、使用場所等を示す図書の提出を規定した。

2.3 水中検査及び縦強度評価関連

改正の背景

2000年11月に開催されたIMO第73回海上安全委員会において、決議A.744(18)の改正に関する決議MSC.105(73)が採択され、2002年7月1日に発効した。同決議の改正内容は以下のとおりである。

1. 建造後15年以上のばら積貨物船及び油タンカーの船底検査は、入渠又は上架により行わなければならない。
 2. 船の乾舷用長さが130m以上でかつ建造後10年を超える油タンカーは、定期検査時に実施される板厚計測の結果を用いて縦強度の評価を行い、その最終結果を状態評価報告書の一部として船上に保管しなければならない。
- 今回同決議の採択を受け、鋼船規則B編の改正を行った。

改正の内容

<水中検査>

鋼船規則B編6.1.2において、建造後15年以上のばら積貨物船及び油タンカーに対しては水中検査による船底検査が認められない旨の規定を加えた。

<縦強度評価>

従来、就航船の縦強度評価については「ClassNKインストラクション」（内規）により運用していたが、規則に規定がなかったため、今回縦強度の評価を行う旨の規定を加えた。

2.4 遡及適用要件に関する検査関連

改正の背景

近年条約改正等において、現存船に対して遡及適用される要件が増えているが、個々の要件が規則各編に個別に規定され、船級維持検査との関連が必ずしも明確となっていない。鋼船規則等の技術要件は基本的に新造船に対する要件であると位置付け、現存船に対する要件の適用は船級維持検査の一部として規定するように整理した。

改正の内容

- (1) 鋼船規則 A 編に条約適用に関する船舶の建造開始段階についての定義を設けた。
- (2) 鋼船規則 B 編において、臨時検査を受ける時期の一つとして遡及適用要件に適合していることを確認するときを加えた。
- (3) 高速船規則 1 編及び 2 編を前(1)及び(2)に倣い改めた。
- (4) 海洋汚染防止のための構造及び設備規則 1 編において、鋼船規則と同様に船舶の建造段階についての定義を設けた。また、2 編において遡及適用要件については臨時検査により確認することを明記した。

2.5 IBC コード改正関連

改正の背景

安全面での定期的見直しと IGC コードとの整合を計ることを目的とした、IBC コード一部改正が IMO/MEPC45 及び MSC73 で採択され、2002 年 7 月 1 日に発効した。これに伴い、鋼船規則を改正した。

改正の内容

船舶の貨物ホースの圧力試験方法

船舶に搭載される貨物ホースのプロトタイプ試験方法を変更し、従来の試験の前に 200 回の圧力変動試験を追加した。現存船への適用については、条約発効日以降に新規搭載されるものは適用対象となり、条約発効日までに搭載されているものについては、適用対象とはならない。

制御式貨物タンク通気装置の二次的措置

荷役/バラスト漲排水中のミスオペレーションによりタンク内が過圧/過負圧状態となることを防止するため、制御式貨物タンク通気装置に二次的措置が要求されることとなった。1998 年 7 月 1 日発効の SOLAS 条約一部改正により、油タンカーにはすでに二次的措置が要求されており、詳細については、この要件に準ずるよう検査要領 S8.2.3 に明記し、規則 S 編 8.2.3 には、IBC コードの条文どおり、二次的措置を講じなければならない旨の記載にとどめた。また、SOLAS 条約と IBC コードの改正時期が異なったため油兼危険化学品ばら積船に対する二次的措置の適用について混乱が生じたために D 編検査要領 D1.1.2 が設けられていたが、今回の改正によりこの規定は不要となるため削除した。現存船については、2002 年 7 月 1 日以降予定される最初の Dry-docking または 2005 年 7 月 1 日のいずれか早い日までに適用しなければならない。なお、総トン数 500 トン未満の現存船については、主管庁の裁量に委ねることとした。

二硫化炭素の運搬方法

従来、二硫化炭素の運搬方法について、貨物を水で封入しさらにそのアレージスペースをイナートガスで満たす水封入方式のみが認められていたが、今回の改正により、貨物を適切なイナートガスで封入するイナートガス封入方式も認められるようになった。なお、適切なイナートガスとは窒素ガス(N₂)のようなものを言う。規則体系は、従来の水封入方式を規則 S 編 15.3.1 とし、イナートガス封入方式を規則 S 編 15.3.2 とする並列の規定とした。

2.6 IGC コード改正関連

改正の背景

MSC 第 73 回会合において、決議 MSC.103(73)として IGC コードの改正が採択され、2002 年 7 月 1 日に発効した。これを受け、鋼船規則 N 編及び同検査要領を改正した。

改正の内容

今回の条約改正は、曖昧表現の明確化が主な目的の 1 つである。従って、**インタバリアスペースの漏洩貨物の処理設備及び緊急遮断弁の追加要件**の規定を除く全ての規定が現存船にも適用されることになった。

インタバリアスペースの漏洩貨物の処理設備

従来、インタバリアスペースを有する全てのタンク（A 型及び B 型独立タンク並びに（セミ）メンブレンタンク）に対して当該規定が適用されていたが、B 型独立タンクは貨物の漏洩が極微量であることを想定した設計であること、（セミ）メンブレンタンクはインタバリアスペース内を防熱材で満たしているため処理設備を設けるような設計になっていないことを考慮し、A 型独立タンクにのみ適用するよう規定を改めた。また、現行の規定では漏洩貨物を漏洩している貨物タンクに戻すことと規定しているが、実際には貨物管を介して当該タンク、他のタンク又は陸上設備に戻すように設計されているため、その旨が明確になるよう規定を改めた。また、上記の設備に取外し可能なスプールピースを設ける旨新たに規定を追加した。

緊急遮断弁の追加要件

従来、緊急遮断弁の閉鎖時間等の規定については、鋼船規則検査要領 N 編 N5.6.4 でその解釈を規定していたが、条約で明確に規定されたため、5.6.5 に規定を新設した。

貨物ホースのプロトタイプテスト

2002 年 7 月 1 日以降船舶に搭載される貨物ホースに対しては、大気温度中において 0 からその定格最大使用圧力の 2 倍以上の圧力範囲で 200 回の繰返し圧力による試験を要求するよう規定を改めた。また、貨物ホースには水圧試験（破裂圧力の 5 分の 2 以下の圧力によるもの）の試験日を表示するよう新たに規定した。

2.7 新造ばら積貨物船の横隔壁の構造詳細及び溶接関連

改正の背景

従来、新造ばら積貨物船のスツール頂板の板耳の幅を波形隔壁の面材部の板厚の 1.5 倍以上と規定していたが、スツール頂板が傾斜している場合には粒状貨物の板耳部への滞留量が多くなり荷役効率を低下させるため、構造強度上支障のない範囲でこの板耳部の長さを改めることが IACS で合意され、2001 年 2 月に IACS UR S18/rev.3 が採択された。

また、波型隔壁下端部の各箇所溶接に関する IACS UR S18 の規定は、「一般に完全溶け込み溶接」という表現になっており、各協会での解釈の差が生じていたが、2001 年 9 月の IACS UR S18 の一部改正 (rev.4) により、各箇所に適用すべき溶接が明確になった。これらを受け、鋼船規則 C 編 31A 章の一部を改正した。

改正の内容

横隔壁の構造詳細

31A.3.5-7.(5)において、スツール頂板の板耳の幅を波形隔壁の面材部の板厚以上とするよう改正し、さらに図 31A.3.5 を新たに設けることにより適用を明確にした。

溶接関連

31A.3.5-6.(5)については、UR は改正されていないが UR の主旨（適用の明確化）を考慮して、「一般に完全溶け込み溶接」を「完全溶け込み溶接又は十分な開先をとった溶接（図 31A.3.6 参照）」に改めた。なお、取扱いは従来と同等である。

図 31A.3.6 として新たに「十分な開先をとった溶接」の模式図を追加した。

31A.3.5-7.(9)において、波形隔壁とスツール頂板との固着を UR に倣って完全溶け込み溶接とし、さらに適用を明確にするため波形隔壁の面材とウェブの両方に完全溶け込み溶接が適用になるよう規定した。また、他の箇所の固着については、完全溶け込み溶接又は十分な開先をとった溶接とするよう明記した。

31A.3.5-9.(2)において、波形隔壁と内底板との固着を UR に倣って完全溶け込み溶接とし、さらに適用を明確にするため波形隔壁の面材とウェブの両方に完全溶け込み溶接が適用になるよう規定した。また、他の箇所の固着については、完全溶け込み溶接又は十分な開先をとった溶接とするよう明記した。

図 31A.3.5

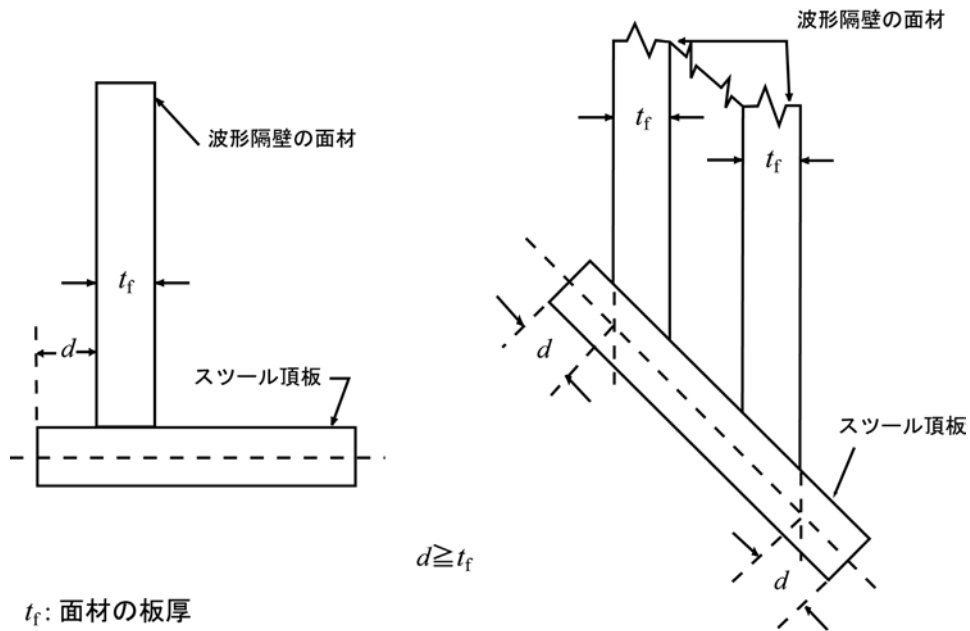
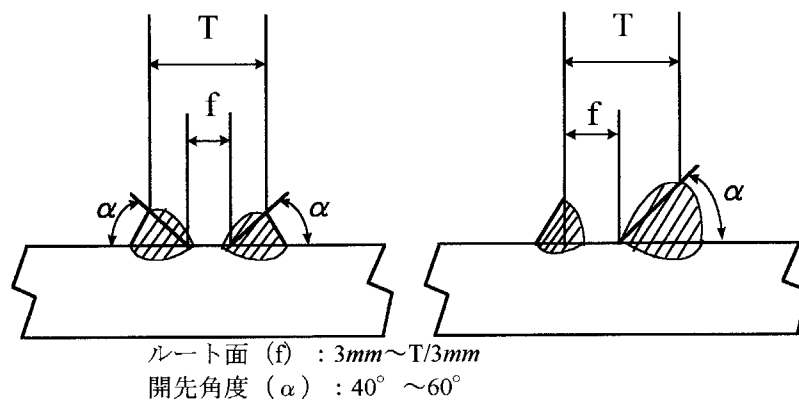


図 31A.3.6



2.8 鉱石運搬船の直接強度計算関連

改正の背景

直接計算について

鉱石運搬船の直接計算に関する規定は、外板、縦通隔壁、横隔壁等を骨組構造でモデル化及び解析を行い、船側外板と縦通隔壁の相対変位を求め、それらの相対変位量をもとにトランスリングの FEM 平面計算を行った結果が許容値内でなければならないことが規定されていた。近年直接計算における構造解析は、3次元 FEM モデルによって広く行われており、すでにタンカー、バルクキャリアに対しては3次元 FEM モデルを対象とした直接計算の規定となっている。そこで鉱石運搬船の直接強度計算に関する規定を見直した。

クロスデッキの座屈強度について

クロスデッキ強度については甲板荷重に対する規定があるが、座屈強度に関する具体的な規定は無かった。一方、1996年以降、本会船級船の検査報告によれば、4隻の鉱石運搬船のクロスデッキに座屈損傷が生じたことが報告されている。このような損傷を防止するために直接計算対象部材としてクロスデッキを追加し、座屈強度を検討することとした。

載貨状態について

積載する鉱石密度の大小により積み付け高さが変化する場合、主要構造部材の荷重分担が変わる。その結果、鉱石密度が大きい場合は図 2.9.1 のような荷重状態となり、クロスデッキの座屈強度が問題となる。また、鉱石密度が小さい場合は図 2.9.2 のような荷重状態となり、トランスリング内の支材の座屈強度が問題となる場合がある。これらの問題が上述のクロスデッキの座屈損傷の一因とも考えられる。そこで、鉱石密度が大きい場合と小さい場合について直接計算を行うこととし、損傷を防止することとした。

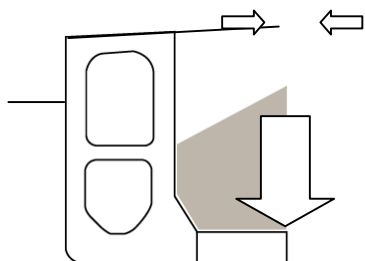


図 2.9.1

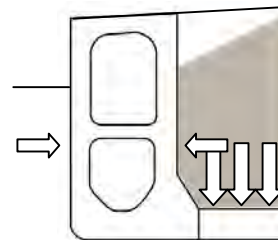


図 2.9.2

改正の内容

直接計算について

タンカー、バルクキャリアの直接計算の規定を参考に、鉱石運搬船についても3次元 FEM モデルを対象とした規定を設けた。また、許容応力についても、タンカー及びバルクキャリアの規定及び損傷船の解析結果を基に定めた。(表 2.9.1 参照)

表 2.9.1 許容応力

	対象部材	σ_l	σ_t	σ_a	σ_e
縦強度部材	船底外板, 内底板	$145/K - 35f'$ ただし, $\max 125/K$	$145/K$	-	$145/K$
	ガーダ	-	-	-	$175/K$
横強度部材	船底横桁, 甲板横桁, 船側横桁, 縦通隔壁横桁, 支材	面材 (平行部) 面材 (コーナー部) ウェブ (平行部) ウェブ (コーナー部)	- - - -	$175/K$ $195/K$ - -	- - $175/K$ $195/K$
	フロア, クロスデッキ	-	-	-	$175/K$
	(備考) 1.	単位: N/mm^2			
	2.	$\sigma_e: \sqrt{(\sigma_l^2 - \sigma_l \cdot \sigma_t + \sigma_t^2 + 3\tau^2)}$ (縦強度部材) $\sqrt{(\sigma_x^2 - \sigma_x \cdot \sigma_y + \sigma_y^2 + 3\tau^2)}$ (横強度部材)			
	σ_l : 船長方向における直応力 σ_t : 船幅方向における直応力 τ : 縦強度部材においては船長船幅方向における面内のせん断応力 横強度部材においては要素の XY 座標系における面内のせん断応力 σ_x : 要素座標 X 方向の直応力 σ_y : 要素座標 Y 方向の直応力 σ_a : 面材の直応力				
	3. フロア及びガーダに開口がある場合は, 応力評価においてこれを考慮に入れる。				
	4. 各応力の検出位置は, 要素中心とする。				
	5. K は, 規則 C 編 30.1.5-2(6)(a) による。				
	6. f' は, 船体横断面の水平中性軸の位置で 0, 船底外板の位置で f_B とし, 基線からの高さに応じ補間法により定めた値とする。 f_B は規則 C 編 15 章の規定による軟鋼使用時の船体横断面の断面係数と船の船底に対する実際の船体横断面係数との比。				

クロスデッキの座屈強度について

表 2.9.2 は 3 次元 FEM で計算した時の鉱石密度が大きい場合(3.00ton/m³)と小さい場合(1.78ton/m³)のクロスデッキの座屈強度を示した例である。表よりクロスデッキが座屈損傷している A 船及び B 船については座屈判定値 λ が, 附属書 C1.1.22-2. 座屈強度計算に関する検査要領で規定している許容値($\lambda=1.2$)より小さい値となっている。よって, クロスデッキを評価対象部材として追加し, 座屈強度を確認することとした。

表 2.9.2 クロスデッキの座屈強度評価

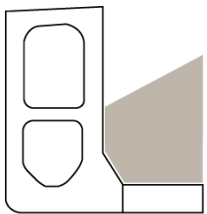
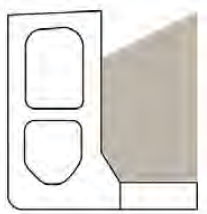

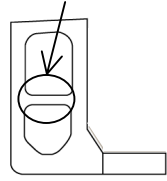
	主要目	クロスデッキの 座屈損傷	クロスデッキの 板厚(mm)	座屈判定値	
				鉱石密度 3.0(ton/m ³)の時	鉱石密度 1.78(ton/m ³)の時
	L×B×D(m)				
A 船	315×52×27	有り	12.5	0.41	0.49
B 船	290×50×24	有り	12	0.74	1.03
C 船	310×53×35	無し	15	1.52	2.34

載貨状態について

表 2.9.3 は、3次元 FEM モデルを使って、鉱石密度が大きい場合(鉱石密度 3.00ton/m³)と小さい場合(1.78ton/m³, 見掛け密度)の強度計算を行った解析例である。表のトランスリング内の支材の解析結果より、鉱石密度の大小により積み付け高さが増減することで、支材の荷重分担率が変化していることがわかる。よって、今回解析を行う時の鉱石の載貨状態として、Loading manual 等で特に指定がない限り貨物密度が大きい場合(3.00ton/m³)と小さい場合(見掛け密度)で計算することを規定した。なお、鉱石密度が小さい場合については、以下の理由により見掛け密度とすることにした。

- (1) 鉱石密度は鉱石の産出場所により異なるため、実際に積載する鉱石密度を定めることは現実的でないこと。
- (2) 見掛け密度を用いて強度計算することは、鉱石密度が小さい場合の応力状態をカバーしていること。

表 2.9.3 3次元 FEM 解析の計算結果

主要目		L×B×D (m) = 315×52×27			
計算条件		Full load Condition, 山波条件で計算			
鉱石密度と荷姿		鉱石密度 3.00[ton/m ³] 	鉱石密度 1.78[ton/m ³] 	見掛け密度 1.69[ton/m ³] 	
解析結果	トランスリング内の支材	等価応力	14.9[kgf/mm ²]	15.4[kgf/mm ²]	17.3[kgf/mm ²]
		座屈判定値	2.04	1.95	1.71

2.9 油タンカーのダブルハル化早期実施関連

改正の背景

日本近海において発生したナホトカ号の油流出海難事故を契機とした MARPOL73/78 附属書 I 第 13G 規則の改正が、決議 MEPC.78(43)において 1999 年 7 月 1 日付けで採択された。従来 13G 規則は、載貨重量 30,000 トン以上の現存プロダクトキャリアに対して適用されていたが、この改正により、新たに燃料油、潤滑油又は重質ディーゼル油を運送する載貨重量 20,000 トン以上 30,000 トン未満の現存プロダクトキャリアにも 2003 年 1 月 1 日をもって同規則が適用されることになった。さらに、1999 年 12 月に起きた ERIKA 号事故を契機にシングルハルタンカーの 13F 規則への適合（ダブルハル化）の早期実施が検討され、決議 MEPC.78(43)の内容を含んだ決議 MEPC.95(46)が採択された。従来 13G 規則では、シングルハルタンカーは建造後 25 年（構造によっては 30 年）までに 13F 規則への適合が必要であったが、今回の改正によりカテゴリ及び建造年毎に規定された年の引渡し日までに 13F 規則への適合が要求されることとなった。本条約改正は、2002 年 9 月 1 日に発効した。これらの MARPOL 条約の改正に伴い、関連する海洋汚染防止のための構造及び設備規則を改めた。

改正の概略

1. 「重質ディーゼル油」及び「燃料油」の定義を加えた。
2. カテゴリ 1、2 及び 3 油タンカーを定義した。
3. カテゴリ毎に 13F 規則への適合（ダブルハル化）の期日(表 2.10.1 に示す適合期限の年における引渡し日に相当する日)を規定した。
4. 今回の 13G 規則の改正とは直接関係はないが、13G 規則適用船の検査強化要件を規定している規則 2 編 3.4 の「油タンカーの特別検査」については、IMO Resolution A.744 の検査強化要件が既に船級要件として鋼船規則 B 編に取り入れ済みであること、及び、鋼船規則 B 編に定める船級検査と海防規則 2 編に定める定期的検査を同時期に行うように規則改正されているので、海防規則から同規定を削除した。

適用 MARPOL 13F 規則の要件に適合しない船舶であって、載貨重量 5000 トン以上で

- (1) 建造契約が 1993 年 7 月 6 日より前、又は建造契約が存在しない場合には、起工が 1994 年 1 月 6 日より前、又は
- (2) 引渡し日が 1996 年 7 月 6 日より前の油タンカーが対象

油タンカーのカテゴリ

カテゴリ 1 油タンカー

載貨重量 2 万トン以上（原油、燃料油、重質ディーゼル油又は潤滑油）又は、載貨重量 3 万トン以上（その他の油）であって 1 規則（26）に示す新船の要件（分離バラストタンク、原油洗浄設備、分離バラストタンクの防護的配置及びストリップング装置等の設備要件）に適合しない油タンカー

ここでいう新船とは、

- (1) 建造契約が 1979 年 6 月 1 日以後、又は建造契約が存在しない場合には起工が 1980 年 1 月 1 日以後、又は
- (2) 引渡し日が 1982 年 6 月 1 日以後の船舶をいう。

なお、引渡し後 25 年を超える船舶は、13G 規則（6）に適合させる必要がある。

カテゴリ 2 油タンカー

載貨重量 2 万トン以上（原油、燃料油、重質ディーゼル油又は潤滑油）又は、
載貨重量 3 万トン以上（その他の油）であって 1 規則（26）に示す新船の要件に適合
する油タンカー

カテゴリ 3 油タンカー

載貨重量 5000 トン以上 2 万トン未満（原油、燃料油、重質ディーゼル油又は潤滑油）
又は、載貨重量 5000 トン以上 3 万トン未満（その他の油）の油タンカー

表 2.10.1 油タンカーの適合期限

油タンカーのカテゴリ	適合期限の年
カテゴリ 1 油タンカー	2002 年（1972 年以前に引渡しされた船舶） 2003 年（1973 年に引渡しされた船舶） 2004 年（1974 及び 1975 年に引渡された船舶） 2005 年（1976 及び 1977 年に引渡された船舶） 2006 年*（1978、1979 及び 1980 年に引渡された船舶） 2007 年*（1981 年以降に引渡された船舶）
カテゴリ 2 油タンカー	2002 年（1972 年以前に引渡しされた船舶） 2003 年（1973 年に引渡しされた船舶） 2004 年（1974 及び 1975 年に引渡された船舶） 2005 年（1976 及び 1977 年に引渡された船舶） 2006 年（1978 及び 1979 年に引渡された船舶） 2007 年（1980 及び 1981 年に引渡された船舶） 2008 年（1982 年に引渡された船舶） 2009 年（1983 年に引渡された船舶） 2010 年（1984 年に引渡された船舶） 2011 年*（1985 年に引渡された船舶） 2012 年*（1986 年に引渡された船舶） 2013 年*（1987 年に引渡された船舶） 2014 年*（1988 年に引渡された船舶） 2015 年*（1989 年以降に引渡された船舶）
カテゴリ 3 油タンカー	2002 年（1972 年以前に引渡しされた船舶） 2003 年（1973 年に引渡しされた船舶） 2004 年（1974 及び 1975 年に引渡された船舶） 2005 年（1976 及び 1977 年に引渡された船舶） 2006 年（1978 及び 1979 年に引渡された船舶） 2007 年（1980 及び 1981 年に引渡された船舶） 2008 年（1982 年に引渡された船舶） 2009 年（1983 年に引渡された船舶） 2010 年（1984 年に引渡された船舶） 2011 年（1985 年に引渡された船舶） 2012 年（1986 年に引渡された船舶） 2013 年（1987 年に引渡された船舶） 2014 年（1988 年に引渡された船舶） 2015 年（1989 年以降に引渡された船舶）

備考 *CAS の規定に適合することを条件とする。

2.10 船体監視システム規則関連

制定の背景

船体監視システムとは、各種センサーを船体に取り付け、それらセンサーから得られる船体応答を具体的な数値として表示することにより、船員の操船判断を援助する技術として開発されたものである。当システムについては、各方面において幅広い研究・開発が行われ、様々な利用方法が提案されている。また、世界的に200隻以上の船舶に搭載されているとの報告がある。本会においても、長年に渡る船体監視システムについての研究及び開発が行われており、これらの知見に基づき、当システムに関する規則を制定した。

制定の内容

船体監視システムを備え付ける船舶に対するオプションの設備規則として、システムの性能、設定方法、検査等の要件からなる船体監視システム規則を制定した。

- (1) 本規則に適合する船体監視システムは、設備登録され、“HMS”或いは“HMS・R”の設備符号が付与される。
- (2) 検査の種類は、登録検査並びに、年次検査及び臨時検査からなる維持検査とする。
- (3) 船体監視システムは、センサー、演算装置、ディスプレイ、警報装置、記録装置から構成される。
- (4) ひずみゲージによる応力監視箇所の標準として、上甲板において、船体中央(L/2)の両舷2ヵ所と、船首及び船尾からL/4の位置の片舷1箇所ずつとする。コンテナ船にあっては、船体中央に取りつけたひずみゲージと同一断面において、中性軸の下に位置する高さの両舷2箇所を応力測定箇所として追加する。
- (5) 加速度については、船首部の垂直加速度を計測する。コンテナ船にあっては、船体中央における水平方向加速度も計測する。

2.11 FPSO の取扱い関連

改正の背景

石油等の産出海域において、原油等の処理、貯蔵及び積出を行う船舶/海洋構造物（非移動型の FPSO）が計画される例が多くなっている。このような形態の船舶/海洋構造物に対する要件をとりまとめた。

改正の内容

石油等の産出海域において、原油等の処理、貯蔵及び積出をする船舶/海洋構造物（FPSO）のうち恒久的、あるいは長期に渡り、一定の箇所において稼動するものに対する要求事項をガイドラインとしてとりまとめた。

ガイドラインの要件のうち鋼船規則で定められている範囲について、検査要領から参照する形で記述することにより、船級規則との関連付けを行った。

2.12 試験機関連

改正の背景

試験機関連の JIS は規制緩和推進計画の一環として、工業技術院標準課国際整合化推進室が策定した「JIS と国際規格との整合化手引き」に従い、JIS の国際的整合を図るため、ISO 規格に従い全面改正が行われた。今回の「試験機規則」の改正は、一連の試験機関連 JIS

JIS B7721 「引張試験機一力の検証方法」

JIS B7733 「圧縮試験機一力の検証方法」

JIS B7722 「シャルピー振子式衝撃試験機一試験機の検証」

JIS B7724 「ブリネル硬さ試験一試験機の検証」

JIS B 7726 「ロックウェルの硬さ試験一試験機の検証」

JIS B 7727 「ショアの硬さ試験一試験機の検証」

JIS B 7725 「ビッカース硬さ試験一試験機の検証」

JIS B 7728 「一軸試験に使用する力計の校正方法」

JIS B7740 「シャルピー振子式衝撃試験機一試験機の検証用基準試験片」

の改正に伴い、JIS との整合を図ったものである。

改正の概要

1. 一般

規則に使用される用語を、改正 JIS に倣い、

「ひょう量」	を	「最大容量、容量」
「荷重」	を	「力、試験力」
「基準片」	を	「試験基準片」
「荷重検定器」	を	「力計」
「機能検査、要素検査等」	を	「直接検証」
「基準片を用いた総合誤差の検査」	を	「間接検証」

に置き換えた。

また、規則全般にわたり表現の見直しを行った。

(2) 今回の JIS の改正により、試験機関連の規格は、従来の「製品としての規格」から ISO に合わせ「試験機の精度を検証するための試験規格」に変わったため、

構造についての一般要件

使用者の安全についての要件

精度検証に関係のない機能確認についての検査要件

などが、規格より削除された。しかしながら NK 規則としては、今回の JIS 改正において削除されているこれらの要件であっても、構造についての要件及び使用者の安全に係わる要件、また、試験機としての機能確認のため当然必要と思われる

引張/圧縮試験機の破断試験検査、最大試験力の検査（最大荷重検査）、

感度検査、安全装置の作動確認

衝撃試験機の衝撃試験検査

等、については従来通り規定した。

(3)改正された JIS の取入れにあたっては、具体的要件については JIS を参照することとし、規則を簡素化し、利用者の便を図った。（規則にはその検査項目のみを規定し、検査方法、許容値等については検査要領で、これに対応する JIS を示す構成とした。）

2. 1 章 総則

(1) 1.2.4 検査の実施及び時期

-2 に但し書きを加えたが、これは今回の規則改正により、衝撃試験機において、初回検査と更新検査とで試験項目の差異が大きくなったため、大きな改造工事等を行った場合に

は、「初回検査相当の検査を要求することがある。」とした。また、検査要領において従来-1.及び-2.で規定していた「製造工場における検査」は実質的には行われていないので削除した。

(2) 1.3.3 証明書の有効期間

従来の規則では、有効期間は1ヶ月の延長を認めていたが、改正 JIS において、各試験機とも「検証の間隔は12ヶ月を越えないこと。」(力計にあつては26ヶ月)等が新たに規定されたため、これに従い延長についての規定を削除した。なお、これについては、弾力的な運用のため、この規定を残してはどうかとの意見もあったが、JIS との整合を優先した。

3. 2章 引張試験機及び圧縮試験機

(1) 2.1.2 試験機の使用範囲

本規定は、今回の改正 JIS では削除されているが、引張試験機及び圧縮試験機の基本的要件と考えられるので従来通り規定した。

(2) 表示

従来の規則 2.1.3 で規定していた表示についての要件は、改正 JIS では削除されているので、1.3.5 で規定されている一般的な表示項目以外の具体的表示事項については削除した。

(3) 2.2-5. 伸び計

伸び計については JIS Z 2241「金属材料引張試験方法」に倣い、JIS B 7741 の2等級以上とするよう検査要領を改めた。

(4) 2.4.2-5. 試験力の検査

旧規則でいう荷重検査であるが、具体的方法及び精度は検査要領で JIS B 7721 の1等級相当の規定によるよう定めた。具体的方法及び精度とも従来の規則と変更はないが、相対往復誤差の検証は任意となった。また、使用する力計の検査(校正)間隔を「1.3.3 証明書の有効期間」に合わせて24ヶ月とした。検査に使用する力計は、検査要領 2.4.2-2.にあるとおり原則的には「本会又は産業技術総合研究所の検査」に適合するもの以外には認められないが将来的には JCSS による認定事業者による検査も検討されるものと思われる。

4. 3章 シャルピー振子式衝撃試験機

(1) 表示

旧規則 3.1.2 で規定していた表示についての要件は上記 3.3(2)と同様に削除した。なお、ハンマの表示については、下記(3)(a)にあるよう、従来どおり、ハンマの質量及び重心位置も表示することが望ましい。

3.1.3 用語

JIS B 7722 の3.で定義されている用語のうち、規則で使用されているものを記載した。

3.4.2-2. 直接検証

旧規則の「-2.ハンマの検査」、「-3.試験片支持台の検査」、「-4.ハンマと試験片支持台との関係の検査」、「-5.ハンマの落下装置等の検査」、「-6.指示装置の検査」及び「-7.エネルギー損失の検査」に相当する検査である。具体的内容は検査要領で JIS B 7722 の各該当規定によるよう定めている。主な改正点は

- (a) 初期位置エネルギーについて、ハンマのモーメント測定をハンマの質量及び重心位置を計測する方法から回転軸に付けた状態でのモーメントの釣り合いにより計測する方法に改めた。(JIS B 7722 の 9.1)
なお、ハンマを新規に作製した場合は、ハンマの質量及び重心位置を計測して表示し、全質量からモーメントを計測する従来の方も併用することが望ましい。
- (b) 振子回転軸の平行度、遊び等の許容値を若干変更した。(JIS B 7722 の 8)
- (c) 8mm 刃の規定を追加した。(JIS B 7722 の 9.6)
- (d) 受け台及び載せ台の平面度及び平行度の許容値を若干変更した。(JIS B 7722 の 10)
- (e) 受け台衝撃方向の逃げ角を $10^{\circ} \pm 1^{\circ}$ から $11^{\circ} \pm 1^{\circ}$ に変更した。(JIS B 7722 の 10)
- (f) ハンマの刃縁の位置の許容値を若干変更した。(JIS B 7722 の 8.6)
- (g) ハンマの初期エネルギーの定格値との許容差を若干変更した。(JIS B 7722 の 9.1)

(h) 打撃中心から回転軸中心までの距離 l_1 の許容値を変更した。(JIS B 7722 の 9.5) 等が挙げられる。

(4) 3.4.2-3. 間接検証

旧規則でいう「-8. 総合誤差の検査」に相当する検査である。従来は試験機の総合誤差(間接検証による誤差)を標準基準片の基準エネルギー(Ar)に対する試験平均値との差で規定していた。今回、以下のように誤差の許容値を変更し、さらに繰返し性に関する評価を新たに加えた。(JIS B 7722 の 14)

	旧規則	改正規則
誤差の許容値	$\pm 1.5J$ 又は $+10\%$ 、 -5% のいずれか大きい値以内	4J 以下(40J 未満の試験) Ar の 10%以下(40J 以上の試験))
繰返し性 (試験結果の最大値と最小値の差) の許容値	—	6J 以下(40J 未満の試験) Ar の 15%以下(40J 以上の試験)

(5) 3.5 更新検査

更新検査の際に要求される試験項目は、JIS B 7722 の 12.4 に規定する直接検証の一部、間接検証、及び衝撃試験検査である。なお、衝撃試験検査は上記 3.1 (2)にあるように改正 JIS では削除されているが、管理、整備状況把握のため、従来通り更新検査においても要求することとした。

5. 4 章 硬さ試験機

(1) 4.1 一般

今回の JIS 改正で「微少硬さ試験機」である「マイクロビッカース試験機」の規定が JIS B 7725 「ビッカース硬さ試験—試験機の検証」に含まれたため、「4.5 微少硬さ試験機」を削除し、「ショア硬さ試験機」の規定を「4.5」に繰り上げた。

(2) 4.2 ブリネル硬さ試験機

(a) JIS に倣い鋼球圧子についての規定を削除した。

(b) 検査要領 4.2.3-1.に「設置状態及び構造」の検査として、JIS B 7724 の 3.「一般条件」に定める検証に先立って確認する事項を新たに加えた。(ロックウェル硬さ試験機、ビッカース硬さ試験機も同様) また、-2.の機枠及び受け台の剛性の確認については改正 JIS では削除されているが、試験結果に影響を及ぼす要件と考えられるので従来通り規定した。

(c) 4.2.3-3 直接検証

旧規則でいう「-3.荷重検査」、「-4.圧子の検査」及び「-5.くぼみ測定装置の検査」に相当する検査である。具体的内容は検査要領で JIS B 7724 の各該当規定によるよう定めている。主な改正点は

- i) 試験力の検証における誤差の評価を「各測定値の平均値と呼び値との差」について行っていたものから「個々の測定値と呼び値との差」について行うようにした。また、ばらつきについての規定は削除した。(JIS B 7724 の 4.1)
- ii) 圧子等の形状の許容値を変更した。(JIS B 7724 の 4.2)
- iii) くぼみ測定装置の測定能力の規定を変更した。(JIS B 7724 の 4.3)
- iv) 試験条件(試験力を加える所用時間、保持時間)についての検査を新たに規定した。(JIS B 7724 の 4.4)

等が挙げられる。

(d) 4.2.3-3 間接検証

旧規則でいう「-6. 総合誤差の検査」に相当する検査であるが、内容については以下のような変更がある。(JIS B 7724 の 5)

- i) 測定点数を各 3 点から 5 点に改めた。
- ii) 誤差を「個々の測定値と基準片の硬さとの差」で評価していたものを「各測定値の平均と基準片の硬さとの差」に改め、許容値も硬さレベルに関係なく基準片の硬さの $\pm 3\%$ としていたものを硬さレベルによって異なる許容値とした。

- iii) 繰返し性（測定値の最大値と最小値の差）に関する評価を新たに加えた。
- iv) 検査要領で、使用する基準片については「本会によって値付けされた基準片」を「本会又は本会が認める機関によって値付けされた基準片」に改めたが、これは現在進められている JCSS による認定事業者を想定してのものである。

(e) 4.2.4 更新検査

ブリネル及びロックウェル硬さ試験機の更新検査時における「圧子の検査」は JIS に倣い「2 年毎に行うこと」としたが、実質的に実施が困難であると思われるため、間接検証の結果や管理状態を考慮し弾力的に運用して行く必要がある。

(3) 4.3 ロックウェル硬さ試験機

(a) 4.3.3-3 直接検証

旧規則でいう「-3.荷重検査」、「-4.圧子の検査」及び「-5.測定装置の検査」に相当する検査である。具体的内容は検査要領で JIS B 7726 の各該当規定によるよう定めている。主な改正点は

- i) 試験力の検証における誤差の評価を「各測定値の平均値と呼び値との差」について行っていたものから「個々の測定値と呼び値との差」について行うように改め、全試験力の許容差を±0.7%から±1.0%に改めた。また、ばらつきについての規定は削除した。（JIS B 7726 の 4.1）
- ii) 圧子等の形状の許容値を変更した。（JIS B 7726 の 4.2）
- iii) 試験条件（試験力を加える所用時間、保持時間）についての検査を新たに規定した。（JIS B 7726 の 4.4）

等が挙げられる。

(b) 4.2.3-3 間接検証

旧規則でいう「-6. 総合誤差の検査」に相当する検査であるが、内容については以下のような変更がある。（JIS B 7726 の 5）

- i) 誤差を「個々の測定値と基準片の硬さとの差」から「各測定値の平均と基準片の硬さとの差」での評価に改め、許容値も改めた。
- ii) 繰返し性（測定値の最大値と最小値の差）に関する評価を新たに加えた。

(4) 4.4 ビッカース硬さ試験機

(a) 4.4.1 適用

上記 3.5(1)に述べたとおり適用範囲を「マイクロビッカース試験機」を含んだものに改めた。

(b) 4.4.3-3 直接検証

旧規則でいう「(2)荷重検査」、「(3)圧子の検査」及び「(4)計測顕微鏡の目盛りの検査」に相当する検査である。具体的内容は検査要領で JIS B 7725 の各該当規定によるよう定めている。主な改正点は

- i) 試験力の検証における誤差の評価を「各測定値の平均値と呼び値との差」について行っていたものから「個々の測定値と呼び値との差」について行うようにした。また、ばらつきについての規定は削除した。（JIS B 7725 の 4.1）
- ii) 測定装置の測定長さの許容値を変更した。（JIS B 7725 の 4.3）
- iii) 試験条件（試験力を加える所用時間、保持時間）についての検査を新たに規定した。（JIS B 7725 の 4.4）

等が挙げられる。

(c) 4.2.3-3 間接検証

旧規則の「(5) 総合誤差の検査」に相当する検査であるが、内容としては以下のような変更がある。（JIS B 7725 の 5）

- i) 測定点数を各 3 点から原則 5 点に改めた。
- ii) 誤差及び繰返し性の許容値を変更した。
- iii) 誤差を「個々の測定値と基準片の硬さとの差」から「各測定値の平均と基準片の硬さとの差」での評価に改め、許容値も改めた。

(5) 4.5 ショア硬さ試験機

(a) 4.5.3-1 設置及び機能検査

設置状態及び機能の検査として JIS B 7727 の 3.一般事項に規定する検査を定めた。

(b) 4.5.3-1 間接検証

旧規則の「(2) 総合誤差の検査」に相当する検査であるが、試験方法、許容値ともに変更はない。(JIS B 7727 の 4.)

6. 5 章 力計

(1) 5.3.2-1. 過負荷試験

JIS 改正により任意試験となったが、「JIS B 7728 の付属書 2」においても、「出荷前に製造者によって少なくとも一度」行うように規定しているため、初回検査でのみ要求することとし、検査要領において「製造者の行う試験に代えることができる。」ことを示した。

(2) 5.3.2-2 力計の校正

旧規則でいう荷重検査である。具体的方法及び精度は検査要領で JIS B 7728 の 1 等級相当によるよう示した。主な改正点は以下のとおりである。

- (a) 校正の際、力計を回転させるなど校正方法を一部改正した。
- (b) 相対往復誤差の検証は任意となった。
- (c) 校正方法の改正にともない許容値を一部変更した。

7. 6 章 シャルピー振子式衝撃試験機の検証用基準試験片

6.2 材料

基準試験片の材料は、これまで、ニッケルクロムモリブデン鋼又は相当材でなければならなかったが、JIS に倣い鋼製であればよいこととした。

(2) 6.3 形状及び寸法

基準試験片の形状に変更はないが、寸法の許容差に若干の変更があった。

(3) 6.4.2 基準エネルギーの決定

具体的内容は検査要領で JIS B 7740 の各該当規定によるよう定めている。基準エネルギーを決定する手順に大きな変更はないが、抜き取り本数(25 本を 1 組として、1 組以上の組の試験片から得られる平均値とする。)及び試験温度(特に指定がないが、特に指定がない場合は、旧 JIS との継続性を考慮して 0℃とする。)に若干の変更がある。

また、基準エネルギーの範囲を 4 つの区分に分け、検査証明書に明記することとした。

2.13 ガスタービンの安全装置関連

改正の背景

鋼船規則 D 編 4 章に掲げるガスタービンの規定は、1972 年にその根底となる基準が制定され、1979 年に鋼船規則検査要領、1984 年には鋼船規則 D 編 4 章として規則化されているが、これまで主要な規則改正は行われていなかった。一方、IACS において、主機用ガスタービンの安全装置に関する統一規則 *UR M60* が 1997 年に制定されており、今般、当該 *UR* の規定を参考に、実状に見合った内容となるよう鋼船規則 D 編及び高速船規則に規定されるガスタービンに関する規定を見直した。

また、高速船規則は、1996 年に発効した *SOLAS X* 章の規定による *IMO Resolution MSC.36(63)* (*International Code of Safety for High-Speed Craft : HSC* コード) の規定に対応するものであるが、ガスタービンに関する規定において、鋼船規則 D 編と高速船規則との間に一部整合しないものがあつた。ガスタービンの構造、安全装置及び付属装置等に関しては、一般船と高速船とにおいて本質的には変わらないと考えられることから、この機会に鋼船規則 D 編及び高速船規則におけるガスタービンに関する規定について整合を図るよう見直した。

改正内容

(1) 鋼船規則 D 編 4 章

4.1 一般

4.1.1 適用

-2.において、「4.3.1-1.中の過速度防止装置」を「4.3.1-1.」に改めた。これは後述する 4.3.1 を改めたことによる。

4.1.2 図面及び資料

(1)(o)において、故障モード影響解析に基づく安全装置の一覧を承認用図面及び資料として追加した。故障モード影響解析 (failure mode and effect analysis) については、*JIS Z 8115* “信頼性用語”において、「設計の不完全や潜在的な欠点を見出すために構成要素の故障モードとその上位アイテムへの影響を解析する技法」と定義されている。ガスタービンは、エンジンサイクルが非常に高温なので、一定時間運転した後は高温部分の健全性を確認する必要があるため、メンテナンスでは *MTBO* (mean time between overhaul) が他のエンジンに比べ短くとられている。高温部分に対して要素単位の整備 (modular maintenance) 方式を一般的に採用しており、また、ガスタービンシステムは、要素の重大な故障によりシステム全体の損傷につながる危険性が大きいと考えられることから、構成要素の故障モードを明らかにし、それによるシステム全体への影響度を評価するため、想定される故障及びそれに対する安全装置を列挙した資料の提出を要求することとした。なお、同資料の提出は、高速船の安全に関する国際規則 (*HSC* コード 9.3.8) においても同様に要求されている。

4.2 材料、構造及び強度

4.2.2 構造及び据付け

-6.として、「ガスタービンは、運転中にタービン又は圧縮機の動翼その他の部品が脱落した場合であっても、周囲の人員及び機器に危険を及ぼすことのない構造及び配置としなければならない。」を追加した。これは、*HSC* コード 9.3.2 に基づき、従来から高速船規則 9 編 3 章 3.1.3-3.定められている規定であり、いわゆるタービン翼のミサイル事故防止対策として、適当な囲いを設けることを規定したものである。

4.3 安全装置

4.3.1 調速機及び過速度防止装置

-1.に過速度防止装置に関する規定を、-2.に調速機に関する規定をそれぞれ分けて定めた。規定内容は従来と変わりはない。

-3.は、旧規則-2.と同じ規定である。

4.3.2 非常停止装置

-3.において、以下の(1)から(4)の場合に対する主機用ガスタービンの非常停止装置を追加した。

(1) 各ロータの軸方向の異常変位が生じた場合（ころがり軸受を採用する場合を除く）に対する非常停止装置を追加した。これは、スラスト軸受の異常摩耗又は焼損，それによる動翼とノズルの接触事故等の重大事故を未然に防止するためである。主機用ガスタービンは構造上，産業用（heavy duty type）と航空転用形（aero derivative type）の二つに大別されるが，産業用ガスタービンは一般に低負荷用として使用されるため耐久性と信頼性を考慮してすべり軸受が採用される。航空転用形ガスタービンは，軽量，小容量，高速，高負荷に加えて燃焼器などの高温部材からの熱伝導の環境条件が厳しいことからころがり軸受が採用される。ころがり軸受は，その構造上，軸と軸受の間の転動体によるころがり摩擦の小ささを利用して軸受の機能を果たすものであり，一般的に低温始動が容易であり高速での高スラストに耐える能力がすべり軸受よりも高い。また，すべり軸受と異なり，形式・寸法・材料疲れ寿命等について国際的に標準規格化されている。一方，すべり軸受（動圧軸受）は，軸の運動自身を利用して負荷荷重に対抗できる圧力を持った潤滑膜を形成し相対すべり運動により軸受機能を果たすものであり，構造上，スラストを受けられないために別途スラスト軸受を持つ必要がありメタルの摩耗，ロータ軸方向の変位に特に注意する必要がある。従って，両者の軸受の構造等を勘案して，すべり軸受の場合のみ当該装置を要求した。

(2) タービンの入口温度又は出口温度が異常上昇した場合に対する非常停止装置を追加した。これは，タービン翼の焼損（タービン翼は熱容量が小さいため，短時間のガス温度の過上昇によってもタービン翼の焼損を招くことがある）や高温腐食（硫黄，ナトリウム，バナジウム等による腐食）による事故を未然に防止するためである。なお，IACS UR M60.2.2 f)では，排ガス温度，即ち，パワータービン出口の温度の異常上昇に対する非常停止が要求されているが，検出するガス温度については，この他，タービン入口温度（高圧タービンの入口温度でガスタービンサイクル上の最高温度）及びガス発生機出口温度（高圧タービン出口温度=パワータービン入口温度）も考えられ，これらの温度は，排ガス温度に相関するパラメータであり同等以上であるので，いずれの位置で検出してもよい旨規定した。

(3) 減速歯車装置の潤滑油は主軸受のそれと同等の重要性があると考えられることから，当該潤滑油圧力が低下した場合に対する非常停止装置を追加した。主機用ガスタービンの潤滑系統については，一般にタービンの主軸受，減速歯車装置，捕機類の軸受等を強制潤滑方式により同一系統で潤滑する方法が採用される。潤滑油（タービン油）には，歯車装置に作用する力が大きいことを考慮し，一般に極圧剤（塩素，硫黄，りん等を含む化合物で，主として歯車装置の焼付きや，ピッチング，スクーリング等を含む摩耗を防ぐ目的）が添加される。

(4) 圧縮機の入口圧力（負圧）が異常上昇した場合に対する非常停止装置を追加した。ここでいう圧縮機の入口圧力とは，吸入空気中の異物等を取り除くためのフィルタ後の吸気管内圧力のことであるが，フィルタの保守不良やデミスタ（海水ミストの吸入による圧縮機の汚れ（翼の侵食につながる）を防止するためのミストセパレータ）の氷結等により，フィルタ後の吸気管内部の負圧が異常上昇すると吸気管圧壊等の重大事故につながる恐れがある。この対策として，吸気管に吸気管内外の圧力差によって自動的に開閉するバイパスドアを設けて減少した吸入空気量を補う等の措置が採用される場合には，直ちに圧縮機周りの損傷に至ることはないことから，当該非常停止装置を設けなくても差し支えない旨ただし書きを追記した。

4.3.3 警報装置

-1 において，(1)から(3)は従来の規定と同じであるが，(4)として異常振動が生じた場合に対する警報装置を追加した。従来から，異常振動が生じた場合に対する非常停止が要求されているが，この装置の作動に先立ち，ロータのアンバランス（熱変形，翼の折損や汚れにも起因する）や軸受の不良等を早期に検知するために本規定を追加した。

-2.において，以下の(1)から(5)の場合に対する主機用ガスタービンの警報装置を追加し

た。

(1) 潤滑油こし器の目詰まり等による潤滑油供給不足等を早期に検出するために、当該こし器の出入口間の差圧が上昇した場合に対する警報装置を追加した。

(2) ガスタービンの潤滑油は、潤滑作用のみならず高温部分である軸受周りの冷却作用も要求されることから、潤滑油入口温度が上昇した場合に対する警報装置を追加した。なお、*IACS UR M60 Table 1* では、潤滑油温度を検知するセンサの設置場所については規定されていないが、(4)において、軸受温度又は潤滑油出口温度の高温警報を要求していることから、ここでは潤滑油入口温度に限定した。

(3) 中間冷却サイクル方式を採用する場合の冷却媒体の温度が上昇した場合に対する警報装置を追加した。中間冷却サイクル方式とは、圧縮機の圧縮途中で吸入空気を冷却する（一般には水冷）方式であり、これにより全圧縮仕事を減少させ、サイクル有効効率を高くすることができる。このような冷却媒体の高温（吸入圧縮空気高温）を検出することにより、燃焼器周り、タービン翼の局所的な過熱（タービン翼は圧縮空気を一部取入れることにより冷却される）を早期に防ぐことができると考えられる。

(4) 軸受の摩耗等による損傷を未然に防止するために、軸受温度又は同軸受潤滑油出口温度が上昇した場合に対する警報装置を追加した。なお、潤滑油温度よりも軸受温度を直接検知する方が有効であるが、ころがり軸受を採用する場合等、構造上軸受温度を直接計測することが困難な場合もあり、軸受を出た後の潤滑油戻りラインの温度を検出することにより、軸受温度を判断することは可能であると考えられることから、潤滑油出口温度を検出することで可とした。

(5) 圧縮機の入口圧力（負圧）が異常上昇した場合に対する警報装置を追加した。これは、規則 4.3.2(4)により要求される非常停止装置と同様の理由による。なお、バイパスドア等を設ける場合であっても、バイパスドアが開いた場合にはその要因としてフィルタの保守不良等が考えられ、バイパスされた吸入空気からの異物や海水ミストの混入等により、圧縮機損傷につながる恐れがあることから当該警報は省略できない。

4.3.4 防音圏内の消火装置

4.3.4 を新たに追加した。*HSC* コード 9.3.7 の規定に基づいた現行の旧高速船規則 9 編 3 章 3.2.5 と同じ内容の規定であり、*enclosure* を設ける場合には、内部に適当な火災探知装置及び消火装置を設けることを規定したものである。*enclosure* の容積等によって、適当な探知器及び消火装置を設けることでよいが、一般的には、火災探知器として、炎探知器、煙感知器又は温度感知器の複数を適当に組み合わせて設置し、火災探知により換気用ファンを停止、通風ダクトを閉鎖して、消化剤としてボンベに貯蔵した CO_2 を適当な数のノズルから *enclosure* 内に噴出させる方法が考えられる。

4.4 付属装置

4.4.1 吸気装置

従来からの規定の後に、「必要に応じて、吸気口の氷結を防ぐ措置を講じなければならない。」を追加した。これは、*HSC* コード 9.3.4 の規定に基づく高速船規則 9 編 3 章 3.3.1 の規定に合わせたものであり、具体的には、圧縮機吐出空気の一部をフィルタ入口に導く配管を設ける等の措置が考えられる。

4.4.5 燃料油装置

旧規則の-2.を-3.に改め、-2.に旧検査要領 D4.4.5 の燃料制御装置に関する取扱いを移設した。ガスタービンの制御では、タービン回転数、タービンガス温度、圧縮機圧力等の互いに関連しあう複数の要素を統合的に扱って燃料供給量を制御することになる。(1)では、排ガス温度を検出することにより、その温度があらかじめ定められた範囲内にあるように燃料供給量を調整できるものであることを定めている。(回転数については 4.3.1 の调速機により制御される。)また、ガスタービンの始動にあっては、電動機、ディーゼル機関等の始動機（スタータ）によってある回転数（一般には定格回転数の 15~20%程度）まで加速し、燃料を噴射、着火し、タービン出力が圧縮機入力を上回るようになったところで始動機を切り離すよう制御され、さらに燃料供給量の増加により、ガス発生機の自立運転が可能なタービンの最低回転数（アイドル状態）まで加速することになる。(3)では、

負荷の急速な変動に対してもガス発生機を停止させることなく、このようなタービンの最低回転数を確保できるものであることを定めている。

4.4.6 潤滑油装置

旧規則の-2.を-4.に改め、-2.及び-3.を新たに追加した。

-2.において、ガスタービンの潤滑油は、潤滑作用のみならず heat soak による軸受損傷等を防止するための冷却作用も要求されることから、主機用ガスタービンの潤滑油装置に自動温度制御装置を備えることを規定した。

-3.は、潤滑油の油質調査のための取り出し弁の設置規定であるが、これは、従来からの高速船規則 9 編 3 章 3.3.4-3.の規定と同じである。

(2) 鋼船規則検査要領 D 編 D4 (日本籍船舶用)

D4.1 一般

D4.1.2 図面及び資料

高速船規則検査要領 9 編 3 章 3.1 の規定に合わせて D4.1 を追加した。ライセンサーの既承認済み図面及び資料によって機関を製造するライセンサーの承認用提出図面等の取り扱いについて定めたものである。

D4.4 付属装置

旧検査要領の D4.4.5 を規則 4.4.5-2.に移設したため削除した。

(3) 鋼船規則検査要領 D 編 D4 (外国籍船舶用)

外国籍船舶用の鋼船規則検査要領 D4 を、日本籍船舶用の同検査要領に合わせて、新たに定めた。

(4) 高速船規則 9 編 3 章

3.1 一般

3.1.2 図面及び資料

(1)(o)に提出図面として、故障モード影響解析に基づく安全装置の一覧を追加した。鋼船規則 D 編 4 章 4.1.2(1)(o)と同じである。

3.2 安全装置

3.2.1 調速機及び過速度防止装置

3.2.1 を鋼船規則 D 編 4 章 4.3.1 に合わせて改めた。

3.2.2 非常停止装置

3.2.2 を鋼船規則 D 編 4 章 4.3.2 に合わせて改めた。なお、-1.は旧規則 3.2.2 と同じ規定であり、-2.の(1)から(5)は、それぞれ旧規則の 3.2.1-2.の一部、3.3.4-1.の一部、3.3.2-3., 3.2.3, 3.2.4 と同じである。

3.2.3 警報装置

3.2.3 を鋼船規則 D 編 4 章 4.3.3 に合わせて改めた。なお、-1.の(1)から(3)は、それぞれ旧規則の 3.2.6, 3.3.4-1.の一部、3.3.3-2.と同じである。

3.2.4 防音圏内の消火装置

3.2.4 は、旧規則 3.2.5 と同じ規定である。

3.3 付属装置

3.3.3 燃料油装置

旧規則の-2.及び-3.を削除し、-2.を鋼船規則 D 編 4 章 4.4.5-2.の規定に合わせて追加した。

3.3.4 潤滑油装置

-1.は旧規則-2.と同じである。また、-2.を鋼船規則 D 編 4 章 4.4.6-2.に合わせて追加した。

3.3.5 点火装置

3.3.5 は旧規則 3.3.6 と同じである。なお、旧規則 3.3.5 では、冷却水の圧力低下に対する警報及び非常停止が要求されていたが、冷却水を使用するのは中間冷却サイクル方式を採用する場合に限られ、圧縮空気を冷却することによりサイクルの熱効率を高くする目的であることから、冷却水圧力が低下しても直ちにガスタービンの損傷に至ることはなく、

警報により当直機関士が対応することで十分と考えられるため、非常停止装置の設置を削除した。また、冷却水の圧力よりも温度を直接監視する方が有効であり、*IACS UR M60 Table 1* を参考にして、規則 3.2.3-2.(3)に冷却媒体の高温警報を追加したため、旧規則 3.3.5 を削除した。

(5) 高速船規則検査要領 9 編 3 章

3.3 付属装置

検査要領 3.3 を鋼船規則検査要領 D4.4 に合わせて追加した。

2.14 M0 海上試験, 安全システムの設計及びディーゼル主機等の警報装置関連

改正の概要

1. M0 海上試験に関する要件

M0 海上試験については、出入港時を含む全ての航海状態のもとで、常時機関室に人員が配置される船舶と同等の安全性が確保できることを確認するために、自動化設備規則（以下、規則という。）2.2.6-6.において、通常の航海状態とできる限り同等の航海状態で機関の無人運転を行うよう規定されている。また、自動化設備規則検査要領（以下、検査要領という。）2.2.6-5.において、機関の無人運転の時間は6時間を標準とすることと規定されている。

一方、M0 試験とは別に、検査要領 2.2.6-1.において操縦性を確認する標準試験要領が示されており、今般、同検査要領 2.2.6-1.に規定される操縦性を確認する試験を M0 状態で行った場合には、当該試験を規則 2.2.6-6.に規定される M0 海上試験の一部として含めることができるよう関連規定を見直した。

2. 安全システムの設計に関する要件

旧規則 3.2.1-5(2)における“安全装置の作動のための安全システム”とは、機器及び装置の停止又は燃料供給の遮断を行わせるシステム、即ち、最終的な Shut Down System を指すものとして、従来から、これらのシステムは他のシステムの故障時に影響を受けないよう独立性が要求されていた。しかしながら、旧規則では、安全装置の定義が無いことから意図するところが不明確であったため、今般、IACS UR M30.2.3 を参考にして当該規定の対象を明確化するよう関連規定を見直した。

また、規則 3.2.1-5(1)に規定される「制御システム、警報システム及び安全システムは、可能な範囲において、互いに独立したものとする」とにおける解釈として、IACS UR M29.2.1 並びに M35 Table1 及び Table2 の規定を参考として、ディーゼル主機の監視、警報及び減速のための検出部を兼用して差し支えない旨を示した。ただし、ディーゼル主機の減速項目のうち、規則 3.5.4-7.(2)(j)においてシリンダ出口共通の冷却水温度を検出するものにあつては、センサが既に全シリンダ用として、ある意味において兼用されているため、警報及び減速のための検出部として更なる兼用をしてはならない旨を明記した。

3. ディーゼル主機の排ガス各過給機出口の高温警報装置に関する要件

IACS UR M35 では、ディーゼル主機の警報項目として、過給機の入口及び出口の双方に排ガス高温警報装置の設置が要求されている。しかしながら、NK は従来から過給機の入口部のみに設置することで差し支えないと考えていたため、入口部のみの設置とするように同 UR M35 の改正を IACS/WP/MCH に提案していた。

これに対し、審議の結果、過給機内における異常（例えば LO 漏洩による火災）を検知する上で有効であるという理由により、現行の UR どおり、過給機の入口及び出口の双方に排ガス高温警報の設置を要求すべきとの結論となった。また、NK の重大損傷（自航不能損傷及び出力低減を余儀なくされた損傷）のうち、過給機によるものは高い割合を示しており、その原因として過給機内の潤滑油がガスケーシング内に流入し異常燃焼を起こしたのではないかと推定されているものが近年報告されており、このような状況の下、当該警報装置の設置が過給機の損傷防止につながるものと考え、当該 UR に基づき規定を改めた。

4. セントラルクーリングシステムを採用する場合の冷却システムの警報及び監視装置に関する要件

現行の規則 3 章表 3.1 に規定される冷却海水の圧力低下警報及び検査要領 3.4.2(8)に規定される冷却海水の圧力監視装置は、ディーゼル主機の空気冷却器及び清水冷却器用の冷却海水を対象としている。これらの冷却器を清水によって冷却するセントラルクーリングシステムにおいては、低温冷却清水に対して圧力低下警報及び圧力監視を行うよう関連規

定を改めた。

なお、セントラルクーリングシステムを採用する場合にあつては、低温冷却清水の温度を担保するため、低温冷却清水を冷却する海水についても圧力低下警報及び圧力監視が必要であるので、その旨を規定した。

5. 発電用ディーゼル機関における警報装置に関する要件

発電用ディーゼル機関の警報装置については、規則3章表3.4に規定されており、このうち、排ガス高温警報については、過給機入口又は各シリンダ出口のいずれかに設置するよう規定されている。M0 船等の発電用ディーゼル機関に対する要件を定めた IACS UR M36 において、連続最大出力が1シリンダ当たり 500 kW を超える機関については各シリンダ出口の排ガス高温警報装置とするよう改正が行われたため、同 IACS UR を参考に関連規定を見直した。

改正の内容

1. 自動化設備規則

(1) 3章 主推進機関等の集中監視制御設備

3.2 システム設計

3.2.1 システム設計の要件

旧規則 3.2.1-5.(2)に規定されていた「安全装置の作動のための安全システム」を「1.1.7(10)(c)の動作を行わせるシステム」に改めた。

表 3.1 ディーゼル主機（含歯車装置）

表 3.1 において、以下の項目を追加した。

- ・排ガス各過給機出口の高温警報
- ・セントラルクーリングシステムを採用する場合に対する低温冷却清水の圧力低下警報

表 3.4 発電装置

表 3.4 において、「排ガス各過給機入口又は各シリンダ出口」の高温警報の備考欄に、「連続最大出力が 500 kW/シリンダを超える機関にあつては、排ガス各シリンダ出口温度とすること」を注記した。

表 3.8 機関一般

表 3.8 において、主機関においてセントラルクーリングシステムを採用する場合に対する冷却海水圧力低下警報を追加した。

2. 自動化設備規則検査要領

(1) 2章 自動化設備の検査

2.2 登録検査

2.2.6 登録検査を受けようとする機関区域の無人化設備の海上試験

-1.において、従来からの主文の後に「なお、この試験を機関無人状態で行う場合には、-5.でいう6時間のうちに含めることができる。」を追加した。

(2) 3章 主推進機関等の集中監視制御設備

3.2 システム設計

3.2.1 として「システム設計の要件」を新たに追加した。

3.4 集中監視制御設備

3.4.2 主推進機関等の集中監視制御設備

従来から規定されている(8)の冷却海水圧力に（セントラルクーリングシステムを含む）を追記した。

また、旧規則の(17)を(18)に改め、(17)として「低温冷却清水圧力（セントラルクーリングシステムを採用する場合）」を追加した。

2.15 自動車運搬船の倉内電気機器関連

改正の背景

従来の鋼船規則 H 編及び同検査要領では、自動車倉内の甲板上 45cm を超える位置に設けられる電気機器については防爆形のものとするか、通風装置とインタロックされた IP55 の保護外被を有するものとするように規定されていた。この規定は、*SOLAS II-2* 章 53.2.4 規則を解釈したものであるが、従来から他船級協会の多くは IP55 の保護外被を有するものに対して通風装置とのインタロックを要求しておらず、本会との間に解釈の相違があった。

また、*SOLAS II-2* 章 53.2.1 規則の 1988 年改正により、自動車運搬船の倉内に要求される火災探知装置については、従来の煙管式火災探知装置から *SOLAS II-2* 章 13 規則を満足する分散型火災探知器へと要求が変わっている。火災探知器は、照明装置等のように人が倉内に入るときに限り使用されるものとは異なり、常時作動していることが必要なため、通風装置とのインタロックを設けることができない。このため、従来の規則では、火災探知器を防爆形とする必要があったが、他船級協会の多くは、IP55 の電気機器と同等として扱うことが可能な n 形機器と呼ばれる「火花の発生を抑えた電気機器」の使用を認め、通風装置とのインタロックなしに船舶へ搭載することを認めていた。また、2000 年 6 月に開催された *IACS WP/EL* においても、この通風装置とのインタロックは不要である旨が確認されている。

このようなことから、従来より本会が要求してきた通風装置とのインタロックの必要性について再検討したところ、*SOLAS II-2* 章 53.2.1 規則では通風機とのインタロックの要求を明記していないこと、また、*SOLAS II-2* 章のあいまい表現を解釈した *IMO MSC Circ. 847* においても同様にインタロックを要求する旨の記載がないことから、他船級協会と同様に通風装置とのインタロックを設けなくても差し支えないという結論になったため、関連の規定を改めることとした。

この改正により、インタロックの要件は削除されたが、IP55 の電気機器を使用する際に自動車倉の換気が不要となったわけではなく、当該機器が *SOLAS II-2* 章 53.2.3.1 規則に規定される頻度での換気条件において使用が認められている機器であることを十分に認識しておく必要がある。

改正の概要

鋼船規則 H 編 電気設備

4 章 特殊な貨物を運送する船舶に対する追加規定

4.4 自走用の燃料をタンクに有する自動車を積載するための閉囲された貨物倉及び同貨物倉の閉囲された隣接区画等

4.4.1 閉囲された貨物倉等の電気設備

従来の規定では、4.4.1-3.において、貨物倉の通風装置と火花の漏れを防ぐように囲われ、かつ、保護された電気機器 (IP55 の機器) とのインタロックが要求されていたが、*SOLAS II-2* 章 53.2.1 規則どおりの記述に改め、インタロックは必ずしも要求されないこととした。

従来の規定では、4.4.1-6.において、火災探知器等のように常時使用されるもの又は非常時に使用されるもの (通風装置とのインタロックが無意味なもの) は防爆形としなければならなかったが、IP55 の電気機器であれば通風装置を常時作動させなくても倉内への設置が可能となったため、これらの要件を削除した。

従来の規定では、4.4.1-7.において、貨物倉に取付ける電気機器の給電回路には倉外にスイッチを設けて責任者のみが近づけるように配置する必要があったが、鋼船規則 H 編 2.2.12-1.に同様の要件が規定されているため、当該要件を削除することとした。

鋼船規則検査要領 H 編 電気設備

H4 特殊な貨物を運送する船舶に対する追加規定

H4.4 自走用の燃料をタンクに有する自動車を積載するための閉囲された貨物倉及び同

貨物倉の閉囲された隣接区画等

H4.4.1 閉囲された貨物倉等の電気設備

H4.4.1-2.(2)に規定されていた通風装置とのインタロックの要件を削除した。また、「火花の漏れを防ぐように囲われ、かつ、保護された電気機器」とは、従来から規定されている IP55 以上の保護外被を有するもののほか、n 形機器のように IEC60079 で定義される 2 種危険場所において使用可能な機器である旨を示した。

その他、項番号について改めた。

2.16 プロペラ材料関連

改正の背景

従来、ステンレス鋳鋼品は、商船用の大型プロペラに採用される事例が少ないことから、具体的な規定を定めておらず、個別に対応してきた。しかしながら、近年北極圏、サハリン方面航路開発動向の活発化にともない寒冷区域及び氷海区域を航行する大型船舶用のプロペラとして耐衝撃性にすぐれたステンレスプロペラの採用が検討されている。また、耐腐食性、耐キャビテーション性にもすぐれていることからプレジャーボート等の小型船に採用されるケースも多くなってきている。

一方、IACS では、北バルト海を航行する耐氷構造を有する船舶において実績を有する DNV の起案により、2000 年に UR W27 “Cast Steel Propellers”が制定された。

これらのことから、この IACS UR W27 の規定を参考にして、プロペラ用ステンレス鋳鋼品に関する要件を新たに定めた。

また、プロペラ用ステンレス鋳鋼品に関する要件の制定に伴い、プロペラ用銅合金鋳物に関する規定の見直しを行い、その一部を改正した。

改正の内容

1 ステンレスプロペラ鋳鋼品

5.7.2 種類

プロペラ鋳鋼品の種類としては、マルテンサイト系ステンレスプロペラ鋳鋼品第 1 種から 3 種(KSCSP1, KSCSP2, KSCSP3)及びオーステナイト系ステンレスプロペラ鋳鋼品第 4 種(KSCSP4)を設けた。材料の記号は、Part **K Steel Casting Stainless Propeller** の頭文字からとっている。なお、括弧書きにより 12Cr-1Ni 系等の成分系を示した。

これらの金属組織は、それぞれ以下に示す相よりなっている。

材料記号	金属組織
KSCSP1	マルテンサイト/フェライトの 2 相
KSCSP2	マルテンサイト/オーステナイトの 2 相（一部に δ フェライト相を含む場合もある。）
KSCSP3	マルテンサイト/オーステナイト/フェライトの 3 相
KSCSP4	オーステナイト相

また、類似規格として JIS では JIS G 5121 の SCS3, SCS5, SCS6, SCS12, SCS14 等が挙げられる。なお、これらの材料以外の新たに開発されるステンレス鋳鋼品については、従来どおり 5.7.1-2.の規定により個々に検討することとなる。

5.7.3 化学成分

化学成分は、UR W27 を基に定めたが、材料規格として当然必要な Si, P, S については本 UR 中には記載されていないため、類似規格より常識的な値を定めた。

5.7.4 熱処理

マルテンサイト系ステンレスプロペラ鋳鋼品では焼入れ後、じん性を回復するため焼戻しが、また、オーステナイト系ステンレスプロペラ鋳鋼品では加熱後、析出した Cr 炭化物をオーステナイト中に固溶させるため急冷する固溶化熱処理がそれぞれ要求される。標準的な熱処理温度を以下に示す。

材料記号	焼入れ(°C)	焼戻し(°C)	固溶化熱処理 (°C)
KSCSP1	980 ~ 1060	680 ~ 730	-
KSCSP2	1000 ~ 1050	590 ~ 620	-
KSCSP3	1020 ~ 1070	580 ~ 630	-
KSCSP4	-	-	1040 ~ 1120

5.7.5 機械的性質

機械的性質は、UR W27 を基に規定した。耐氷構造を施した船舶(*Ice Class*)として登録を受ける船舶に使用されるプロペラに対しては、鋼船規則 C 編 28 章 28.2.18 で伸び及び最小平均吸収エネルギー値を規定していることから、表 K5.13 の備考(3)及び(4)の要件が特に加わることとなる。なお、オーステナイト系ステンレスは明瞭な遷移領域がなく低温でもじん性が高いことから UR W27 では KSCSP4 の最小平均吸収エネルギー値を規定していないため、実際の値よりかなり低目の値である C 編 28 章 28.2.18 の要求値を KSCSP4 の規格値とした。

5.7.7 試験片の採取

銅合金プロペラ鋳物の供試材は別鋳込みであるが、ステンレスプロペラ鋳鋼品の供試材は、原則として本体に付着して鋳造したものとしなければならない。これは、ステンレスプロペラ鋳鋼品には小型のものが多いこと、また、*Ice Class* として登録を受ける船舶に使用されるプロペラに対しては、C 編 28 章の規定のベースになっている Finnish-Swedish Ice Class Regulation において、実体を代表する供試材で試験をすることが要求されるためである。

5.7.8 表面検査及び寸法検査

規則 K 編 5.7.8-2.にいう「本会の適当と認める」矯正のための加工方法については、熱間加工の標準的な条件を検査要領に規定した。

マルテンサイト系ステンレスは、延性が低いため焼戻し温度にて、熱間加工を行う必要がある。また、フェライト相は、475°C 付近でぜい化するため 600°C 以上に短時間再加熱する必要がある。

オーステナイト系ステンレスは常温での加工は容易であるが、加工硬化率が大きいので、著しい加工硬化が生じた場合には、固溶化熱処理を行う必要がある。また、熱間加工を行った場合にも、加熱により Cr 炭化物が析出するため、同様に固溶化熱処理を行う必要がある。

5.7.9 非破壊試験

後述の銅合金鋳物についての解説 (7.2.9 非破壊試験) を参照のこと。

5.7.10 欠陥の補修

検査要領に溶接補修の際の熱処理の標準を示した。オーステナイト系ステンレスは、普通鋼に比べてはるかに延性に富んでいるため、溶接割れを生じる危険性が少なく、また、予熱により冷却速度が遅くなり Cr 炭化物の析出を促すので、予熱は行わないのことが原則とした。また、同様の理由により後熱処理も行わないのが原則であるが、溶接により炭化物を析出した場合等には固溶化熱処理を行う必要がある。

また、溶接施行方法承認試験については、具体的内容を検査要領に定めた。これは、突き合わせ溶接については、IACS UR W27 の Appendix A の規定、また、巢埋め溶接については、7 章の銅合金鋳物の規定をそれぞれ準用したものである。なお、検査要領 5.7.10(2) に言う「溶接士のステンレス鋼の溶接に適した資格」としては、規則 M 編 5 章の規定等が準用できる。

その他

実際のプロペラの設計にあたっては、鋼船規則 D 編 7 章の規定が適用されるが、翼厚算出及びプロペラ軸の押込量算出の際の材料係数については、プロペラとしての使用実績ができるまでの当分の間は、個別に対応していくこととする。

2. プロペラ銅合金鋳物

7.2.9 非破壊試験

従来の規定では、プロペラ翼の折損が応力レベルの高い領域 A における鑄造欠陥に起因して起きているという経験から、当該領域にのみ、検査員立会で浸透探傷試験を行うことを要求していた。しかしながら、IACS UR W24(9.1.1)/W27(9.3)では、応力レベルの低い領域においても製造者が自主的に浸透探傷試験を行うことを要求しているため、応力レベルの低い領域含めた全領域に対し浸透探傷試験を行うよう-1.の規定を改め、検査要領「附属書 K7.2.9 プロペラ鋳物の浸透探傷試験に関する検査要領」の「1.3 試験領域(探傷範囲)」に領域 B,C については製造者の自主検査とできる旨を定めた。なお、同規定の「なお書き」にもあるように、領域 B 及び C については、製造者の実績をふまえた上で、従来どおり目視検査とすることもできることとした。

また、-2.の超音波探傷試験についても、領域 A に限定していた「超音波探傷試験又は放射線透過試験を要求する領域」を IACS UR W24(9.2)/W27(9.8)に従い、全領域に改めた。

7.2.10 欠陥の補修

現行の-2.(2)の補修要領書に関する表現を改めた。また、現行の-2.(2)の溶接補修方法についての記載を改め-3.とした。実質的な内容の変更はない。なお、個々の製品の溶接補修において、補修工事の内容が既に承認された溶接補修方法に含まれる場合には、従来どおり各工事毎の補修要領書の承認は不要である。

また、KAIBC3 は、海水中での応力腐食割れ抵抗がきわめて大きいので、1998 年以前の規則に規定されていたとおり後熱処理の必要のない旨を検査要領の表 K7.2.10-1.の備考に定めた。ただし、ショットピーニング等で溶接残留応力を除去することは疲労強度の低下を防ぐ意味で有効である。

2.17 蒸気管及び熱媒油管関連

改正の背景

IACS UR F24 において油タンカーの貨物エリア内で使用される蒸気及び他の加熱媒体の温度は 220℃を超えてはならないよう規定されている。一方、現行規則では油タンカーの貨物エリア内で使用される加熱媒体として蒸気のみが想定されており、蒸気以外の加熱媒体に使用される管の要件が定められていなかった。今般、現行規則の蒸気管の規定及び UR F24 をもとに、熱媒油管に対する規定を新たに設けた。さらに、蒸気温度が 220℃以下に制限される区域の表現を「貨物エリア内」とした。

改正の内容

鋼船規則 D 編

14 章 タンカーの管装置、通気装置及びイナートガス装置

14.2 貨物ポンプ、貨物油管装置、貨物油タンク内配管等

14.2.9 蒸気管

-4.中、「貨物油ポンプ室内に配管する蒸気管及び貨物油タンクの加熱用の蒸気管内」を「貨物エリア内」に改めた。

14.2.10 熱媒油管

従来貨物エリア内で使用する熱媒油管に対する規定が無かったため、-1.として現行規則 14 章にある貨物油タンク内の配管に関する規定をもとに、①貨物油タンク内の継手は溶接継手とすること、②貨物油タンクへの入口及び出口部に止め弁又はコックを設けるよう規定した。

また、熱媒油管が破損した場合でも貨物油がポンプ室、機関室等に流入することのないよう、熱媒油循環ポンプが停止しているとき、加熱管内の圧力が少なくとも貨物の静圧より水頭 3m 以上となるようにすることとした。また、引火点 61℃(外国籍船舶にあっては 60℃)未満の貨物を加熱する場合には 13.11.4 を参照して貨物エリア内に設置された独立の 2 次システムによる加熱装置又はこれと同等の安全上十分考慮が払われた装置とするよう規定した。

さらに、-2.として蒸気管と同様に、貨物エリア内の熱媒油の温度は 220℃を超えてはならない旨規定した。

2.18 内航船等に対する非常電源からの給電関連

改正の背景

現行の船橋設備規則では、以下に掲げる分電盤に対し、主電源及び非常電源からの独立2回路による給電、これに関連する電源喪失警報装置の設置などが要求されている。

- ・航海機器用分電盤（規則 4.1.3）
- ・事故予防システム用分電盤（規則 5.1.5）
- ・船橋作業支援システム用分電盤（規則 6.1.4）

一般の SOLAS 船のように航海機器及び警報装置に対する主電源及び非常電源からの給電が要求される船舶については、給電回路を二重化すること、電源喪失警報装置を設けるなど比較的容易な対応のみで船橋の省人化（給電回路の1つが損傷した場合の復旧工数の削減）を図ることが可能であるが、非常電源を備えない非 SOLAS 船については、非常電源を設けた上で給電回路を二重化するなどの措置を行わなければならなかった。

このため、上記分電盤に対する主電源及び非常電源からの給電並びにこれに関連する電源喪失警報装置の設置などの要件については、非常電源が要求される船舶のみに適用されるよう関連の検査要領を改めた。

改正の内容

船橋設備規則検査要領

4 章 航海機器

4.1 一般

4.1.3 電源供給

船橋設備規則 4.1.3 は、船橋への航海機器用分電盤の設置、その分電盤に対する主電源及び非常電源から2系統での給電、2系統給電の自動切換などを規定している。非常電源の設置が要求されない次に掲げる船舶については、この要件が免除されるように改めた。

- (1) 船級符号に (Coasting Service) , (Smooth Water Service) , (Harbour Service) 又はこれに相当する付記を有する船舶
- (2) 総トン数 500 トン未満の船舶

5 章 事故予防システム

5.1 一般

5.1.5 電源供給

船橋設備規則 5.1.5 は、事故予防システム用分電盤の設置要件のほか、前 4.1.3 と同様、その分電盤に対する主電源及び非常電源からの2系統での給電などを規定している。4.1.3 の(1)及び(2)に掲げる船舶については、この要件が免除されるように改めた。

6 章 船橋作業支援システム

6.1 一般

6.1.4 電源供給

船橋設備規則 6.1.4 は、船橋作業支援システム用分電盤の設置要件のほか、前 4.1.3 と同様、その分電盤に対する主電源及び非常電源から2系統での給電などを要求するものである。4.1.3 の(1)及び(2)に掲げる船舶については、この要件についても免除されるように改めた。

2.19 SOLAS II-2 章 2000 年改正関連

改正の背景

SOLAS 条約 II-2 章は、これまでの度重なる改正により規則が複雑となり使用し難くなっていると共に、規則の要件が一義的に規定されていることが多いため新しく開発された防火及び消防技術の実際の設計への適用が困難な状況にあることが、1993 年の国際海事機構の第 38 回防火小委員会 (FP38) において指摘されていた。このような状況を改善するために、1994 年の第 39 回防火小委員会において II-2 章の総合見直しを目的としたコレスポンドンスグループ (幹事国は日本) が設置され国際的に検討されることとなった。この検討においては、防火及び消防に関する機能要件を明確にし、これらの機能要件を達成するための技術仕様要件については別途の強制コードとして取りまとめると共に、新しい防火及び消防技術によって先の機能要件を達成する、つまり仕様要件の代替措置を認めるための指針作成が進められた。また、これに合わせて別途 FP の作業で検討された II-2 章に関する統一解釈 MSC/Circ.847 や新規要件の取り入れが行われた。最終的に上記検討の結果取りまとめられた II-2 章全面改正案及び火災安全設備コード (FSS コード) 案は、2000 年 12 月の第 74 回海上安全委員会 (MSC74) において採択され、2002 年 7 月 1 日に発効する予定となっている。

本会においては、従来から防火及び消防に関する国際的な最低要件として II-2 章の規定を船級規則にとり込んでおり、今回の改正に当たっては、新しく整理された条約の思想をできる限りそのままとすることが望ましいと考え、改正 II-2 章及び FSS コードをほぼそのまま鋼船規則 R 編の全面改正としてとり込むため、これに関連する他編の見直しと合わせて規則改正を行うこととした。なお、危険化学品ばら積船及び液化ガスばら積船に対する要件については、IBC コード及び IGC コードの関連箇所が改正されていないものの、II-2 章の改正を反映させてきている従来からの考え方や II-2 章改正の主旨をできる限り尊重することを基本として条約改正を取り入れることとした。

改正の内容

1. 鋼船規則 R 編

- (1) II-2 章及び FSS コードに合わせて構成を改めると共に鋼船規則各編に分散していた防火に関する規定を R 編に取りまとめた。具体的には、II-2 章第 1 規則から第 20 規則に相当するものを鋼船規則 R 編 1 章から 20 章に、FSS コード 2 章から 15 章に相当するものを同 22 章から 35 章にそれぞれ取りまとめ、再構成した。
- (2) 技術の評価に関する同等措置についても条約と同等基準の適用を規定した。(17 章)
- (3) 航路を制限する船舶等に対する緩和規定を 21 章に取りまとめ、再構成した。
- (4) 曖昧表現に関する統一解釈を取り入れることにより要件の明確化を図った。主要なものとしては次の事項があげられ、一部の規定については要件の強化となっている。
 - (a) 漏油の居住エリアへの流入防止コーミングの高さ(150mm から 300mm へ強化)
 - (b) 自動閉鎖型のアレージホール
 - (c) 区域内に閉囲された小部屋を設置する場合の防火構造
 - (d) 管及びダクト等の貫通要領 (防熱の延長長さ等が強化)
 - (e) ギャレイ用通風装置の他区画用のものとの完全分離
 - (f) 通路隔壁に設置される平衡ダクトについての要件 (強化)
 - (g) 可燃性液体収納場所の消火設備
 - (h) 可燃性又は毒性を有する液体危険物積載に関する通風要件等
- (5) 燃料油管装置の設計に関し、設計圧力に関する記述を追加すると共に、同一燃料源から複数の機器に燃料油を供給する場合の個別機器分離要件を追加した。
- (6) 貨物ポンプ室の安全強化に関し、IACS 統一規則 F39 の改正を一部取り入れていた従来の要件を、条約規定に合わせて要件の追加・修正を行った。
- (7) A 類機関区域の火災危険場所に対して、局所消火装置の取り付けを規定した。

- (8) 深油調理器具に関する規定を新設した。
- (9) 非常脱出要呼吸具の備付を規定した。
- (10) 防火及び消防設備に関する保守計画書、訓練手引書及び火災安全操作手引書等の備付について規定した。

2. 鋼船規則各編及びその他関連規則

鋼船規則 R 編の改正に伴い、防消火に関連する一部の規則要件を R 編に移設するとともに、各規則における R 編への参照規定を整合させた。また、改正された II-2 章中で貨物タンクへの火炎侵入防止装置の技術基準として参照されている MSC/Circ.677 が 2001 年 5 月の MSC74 で改正されたため、船用材料・機器等の承認及び認定要領の関連規定を合わせて改正した。

また、旅客船に関する改正条約要件及び同解釈を取り込むよう、旅客船規則（外国籍船用）を改めた。

3. ギャレイダクトの分離

ギャレイのダクトに関する件については、SOLAS II-2 章 2000 年改正の Reg.9.7.2.1 に規定されている。本規定は、現行条約の Reg.16.3 に II-2 章の統一解釈である MSC/Circ.847 の該当部分が入り入れられたものとなっており、ギャレイ等のダクトと他のダクトの分離要件がより明確になった形となっている。結果として総トン数 4,000 トン未満の貨物船については従来のようにダクトを分離して設けることが認められるが、総トン数 4,000 トン以上の貨物船については、通風システムそのものを完全に別とすることが要求されている。従って、本改正が適用になる本年 7 月 1 日以降に起工される船舶については、空調ユニットを別にする必要がある。

なお、SOLAS II-2 章 Reg.9.7.2.1 の主旨から言って、Galley 用のエアコンを MESS RM. に設置することは認められない。居住区用エアコンと Galley 用エアコンを同一区画に設置することが認められるためには、空調機室のような『その他の機関区域』（A 類機関区域、車両積載区域、ロールオン・ロールオフ区域、特殊分類区域、居住区域、業務区域及び制御場所以外の場所）であることが、また、居住区域からのリターンエアを共用することが認められるためには、Galley からの排気が直接外部に排気されることが前提となる。

Galley 用エアコンを別の区画に設置する場合には、以下のような対処が必要となる。

- (1) 当該区画と Galley の仕切りは、「A-0」級以上とすること。（Reg.9.2.3.3.2）
- (2) 当該ダクトの上記仕切り貫通部には、自動閉鎖型防火ダンパーを設置すること。（Reg.9.7.2.1）
- (3) 当該ダクトはエアコン設置区画からたの区画を通過せずに Galley に導くようにするのが望ましいが、これが困難な場合、当該ダクトの居住区域、業務区域又は制御場所内に設置される部分は鋼製とし、かつ、「A-60」級の防熱が施行されること。（Reg.9.7.2.1.2）
- (4) Galley 用エアコン設置区画と通路との隔壁には、自動閉鎖型防火ダンパーを設置することを条件にリターンエア導入用の開口の設置を認める。（Reg.9.4.2.3 の適用上、「A」級隔壁には原則として通風口の設置は認められない事による。）なお、開口の形態としてはルーバー、ダクトのいずれとしても差し支えありませんが、端部には不燃性材料製の格子を取りつけることとして下さい。

4. 同一燃料源から供給される機関の隔離設備について

SOLAS II 章 2000 年改正 Part B 第 4 規則 2.2.5.5 の原文は、

In multi-engine installations which are supplied from the same fuel source, means of isolating the fuel supply and spill piping to individual engines, shall be provided. The means of isolation shall not affect the operation of the other engines and shall be operable from a position not rendered inaccessible by a fire on any of the engines.

となっており、この背景は、

1) 「一つのポンプで複数の機関に燃料を供給する場合、現行 SOLAS 要求されている燃料供給ポンプの危急停止や燃料タンクの危急遮断弁による供給遮断では火災を起こした機関だけでなく複数の機関が同時に停止し、主機停止及びブラックアウトを起こすことになり、狭水道等では却って危険な状態に陥る。」

2) 「機関室全体火災だけでなく初期（局所）消火で解決できる場合も考慮すべきである。そのためどの機関が火災を起こした場合でも妨げられない近づき易い場所から操作できる隔離手段によって当該機関の燃料供給管及び戻り管を遮断し、かつ、他の機関の運転を維持したままで、初期（局所）消火活動ができることが望ましい。」ことを意味しているものと思われる。

この主旨を踏襲すると燃料供給管及び戻り管システムの設計思想により隔離手段が必要になる場合と隔離手段を設けなくても条約の規定を満足する場合とが考えられる。この考え方で現在の代表的な燃料供給管、戻り管システムについて隔離手段の必要性の有無を検討すると添付図のようになる。戻り管についての隔離手段は、他機関の健全な運転を妨げないという観点から遮断弁にしなくてもその機能を十分達成できるものとして逆止弁を設けることで差し支えないこととした。

CASE 1)

供給ポンプ、循環ポンプとも 1 系統で供給するシステムなので、燃料の種類にかかわらず、どれかいずれかの機関が火災を起こした場合には、戻り管を通じて他機関の運転に影響を及ぼすことになるので各 G/E 及び M/E の供給管、戻り管のそれぞれに隔離手段が必要となる。

CASE 2)

燃料の種類にかかわらず M/E と G/E 群はそれぞれ独立した供給、循環ポンプ系統で供給され、かつ、戻されるシステムなので、G/E のいずれかが火災を起こした場合には、個々の G/E 相互間には隔離手段が必要となるが、M/E の運転に影響を及ぼさない。また、M/E が火災を起こした場合であっても M/E の運転又は停止にかかわらず G/E 群の運転に影響を及ぼさない。したがって、M/E に至るポンプ等がポンプ停止により構造的に燃料油を遮断するものとなっている場合は、ポンプ停止に加えて M/E の隔離手段を別途設けることは不要となる。

CASE 3)

M/E には HFO 又は DFO が供給されるが、G/E は DFO だけが供給されるシステムなので、G/E のいずれかが火災を起こした場合には、G/E 相互間には隔離手段が必要となるが、M/E に DFO が供給される場合においても、M/E の戻り管は G/E 群の戻り管と別系統となっているので M/E の運転に影響を及ぼさない。また、M/E が火災を起こした場合であっても M/E の運転又は停止にかかわらず G/E 群の運転に影響を及ぼさない。したがって、M/E に至るポンプ等がポンプ停止により構造的に燃料油を遮断するものとなっている場合は、ポンプ停止に加えて M/E の隔離手段を別途設けることは不要となる。

またこの隔離手段の方法として

- (A) ワイヤープル又はエアによる遠隔操作方式
- (B) 電動弁又は油圧弁による遠隔操作方式
- (C) 十分な距離を設けた手動弁方式

が考えられるが、HFO を使用した場合の FO circulating pump の設計圧力は 10Kg/cm² 程度であり、A)方式の場合、逆流仕様で設置しても FO タンク用の危急遮断弁の既成品 (NK

承認品でも弁座締切り圧力は 2 Kg/cm^2 、JIS F品は 0.7 Kg/cm^2)をそのまま流用することは不可能なのでバネ圧力を強化した特注品とする必要がある。又、C)の場合、艀装研の「局所火災の場合でも輻射熱の影響範囲は7 m程度には及ぶ」との意見もあり、この説を採用すれば小型船では手動方式は実行不可能かもしれない。どれぐらい離せば十分なのか現時点では明示できないが、それなりの距離考慮する必要があると考える。

局所での火災を想定しているので複数の遮断弁を同時に操作するような事象は考えにくく、対象となる機関の設置されているフラットも異なるので操作場所を一カ所にまとめて設置する必然性はないと考えられる。しかしながら、隔離手段の操作場所は、それぞれの機関に対応した局所消火装置の手動操作場所に近接させて設置するのが望ましく、又、緊急時の操作ということを想定すると銘板等で装置の操作手順を明確に表示する措置は必要と考える。

5. SOLAS Ch.II-2 / Reg.4.5.10 貨物ポンプ室の安全対策の適用について

1. 適用対象

本規定は、貨物油ポンプ室の爆発事故防止対策を中心に取りまとめられた IACS 統一規則 F39 を原案として規定されたもので、Reg.1.6 (現行 Reg.55.1) の規定により引火点 60°C 以下である原油等を運送するタンカーの貨物ポンプ室に適用されることになっている。

改正の主旨を考えると、Reg.4.5.1.1 (現行 Reg.56.1 に MSC/Circ.847 を取り込んだもので、貨物タンクと機関区域を隔離するバラストポンプ室に対しては、消火設備を除く貨物ポンプ室に対する要件を適用するものとしている)に関わらず、上記要件は引火点 60°C 以下である原油、液体石油精製品及び同様の火災危険性を有する液体製品等の貨物の移送等に使されるポンプを設置する場所にも適用されるものと考えられる。具体的な理由としては次の事項が挙げられる。

- (1) 同要件はもともと、貨物油ポンプ室の爆発事故防止策を中心にまとめられた IACS 統一規則 F39 を原案として規定されたもので、Reg.4.5.1.1 との関係は議論されていない。
- (2) Reg.4.5.10.1.4 のビルジ液位監視装置は、貨物の漏洩を早期に検知するために要求されるもので、貨物を扱う管装置が設置されないポンプ室に対して必要とされない。
- (3) 貨物を扱う管装置が設置されないポンプ室の場合、貨物タンク隣接区画と言えど貨物の漏洩・蒸気の滞留の可能性は貨物ポンプ室に対して十分に低いと考えられ、上記要件は過剰であると考えられる。

なお、ここでいう貨物の移送等に使されるポンプとは、貨物ポンプ、ストリップポンプ、スロップポンプ、COW 用ポンプ等のポンプのことを指す。

2. 新造船における適用詳細

2.1 ポンプ軸受け高温検知装置

2.1.1 設置対象機器

軸受け等での異常高温に対する警報装置であり、設置対象となる機器は、長時間連続運転することが予想され、かつ、駆動シャフトが長大である等の理由によりシャフトのぶれが大きくなり軸受け部での発熱の危険性が相対的に高いと考えられる、貨物の荷役及びバラスト作業に関連するポンプであって隔壁貫通軸で駆動されるものと考えられる。一般的な管装置を想定し、対象となる具体的な例を挙げると次の通り。

適用： 貨物ポンプ、ストリップポンプ (残油ポンプ等)、バラストポンプ、スロップポンプ、COW 用ポンプ

非適用： 貨物を利用しないタンククリーニングポンプ (貨物積載時に使用しない)、

ビルジポンプ（長時間継続使用することは無い）、ODM サンプリングポンプ（極めて容量が小さい）、通風装置（シャフトが比較的短く小さい）

2.1.2 センサー取り付け場所

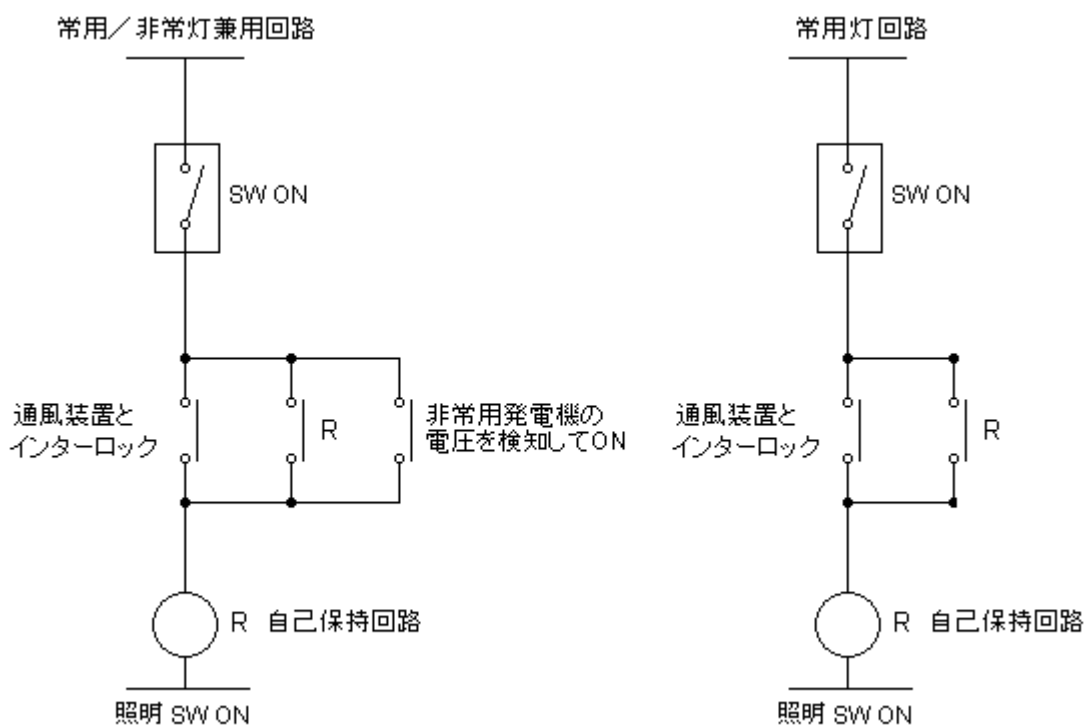
隔壁貫通部軸受け、ベアリング及びポンプのケーシングに温度感知装置が要求されているが、高温表面の規制等とは意味合いが異なり温度そのものが規定されているわけではない。従って、センサーの取り付け場所は、通常稼動時の温度に対して異常な温度上昇を適切に検知し、貨物制御室又は当該ポンプ制御場所に警報を発するもの（温度を表示する必要はない）であれば差し支えないと考えられる。ポンプについては、ケーシングの部分であってポンプ内軸受け部の温度上昇を検知できる適切な場所にセンサーを取り付けることになる。

2.2 照明装置のインターロック

ポンプ室照明装置は通風装置の作動とインターロックが執られるよう規定されているが、この主旨はポンプ室内の作業者の安全を確保するために、作業中の通風換気を徹底させることにあり、具体的には次のように理解される。

- ① 照明装置が常用電源により給電されている時は、通風装置が稼動している時のみ照明（非常照明を含む。）は点灯可能とする。
- ② 常用電源の喪失により照明装置が非常用電源により給電される時は、通風装置の稼動状態に関わらず非常照明を点灯可能とする必要がある。
- ③ 通風装置の故障等により、点灯中の照明への給電が失われることのないよう措置する必要がある。

これらを同時に満足させる具体的な回路としては、下図のようなものが考えられる。



2.3 炭化水素ガス濃度監視装置

当該装置は、滞留した漏洩貨物蒸気の爆発を防止するための措置で、荷役時のみならず航海中もガス濃度を継続的に監視することとしている。また、ポンプ室内における作業者

の安全を確保することも考慮しており、貨物制御室（制御室が無い場合は貨物ポンプ操作場所とする）だけではなく航海船橋、機関制御室及び貨物ポンプ室にも可視可聴警報装置の設置を要求している。ガス濃度の計測場所は、漏洩元となる可能性が高いと考えられる貨物ポンプ据付床面上周辺及び滞留したガスが集まると考えられる通風装置の排気ダクト内が適切な場所と考えられる。なお、油以外の貨物に対しては、『炭化水素ガス』を可燃性ガス又は蒸気と読み替える必要がある。

2.4 ビルジ液位監視装置

当該装置は、ポンプ室における貨物の漏洩、噴出を検知する手段であり、ある程度低い液位の段階でそれを乗員に認知させることができるものであれば、液位そのものを監視する必要性はないと考えられる。またここで想定するような漏洩等は、ガス濃度監視の場合と異なり、貨物荷役中以外の場合に発生することは考えにくい。従って、ポンプ室において少量のビルジを検出できる適切な位置に液面警報装置を設置し、貨物荷役中に継続的に乗員が配置されていると考えられる貨物制御室又は貨物ポンプ操作場所に警報を発するものとする事で本規定の要件を満足することができると考えられる。

3. 現存船に対する適用

現存船に対しては、Reg.1.6.7により前2.の4つの要件のうち照明装置のインターロック以外の3つの要件が適用される。炭化水素ガス濃度監視装置については要件が多少緩和されおり、警報の設置場所をより優先度の高い貨物制御室と貨物ポンプ室に限定するとするとともに、燃焼限界の30%以内で設定されている既存の設備を有する場合にはこれを認めることとしている。

新規に設置する場合についてその取り扱いは、警報の発令される場所以外は新造船と同等とすることが適当であると考えられる。

既存の設備を有する場合、条約改正案の原案となった改正前のIACSの統一規則F39で規定され1994年から設置が要求されていた装置（燃焼限界の30%を超えた場合に貨物制御室及び航海船橋に警報を発するもの。1997年以降は今回要求されるものと同様になっている。）が設備されていると考えられる。改正の経緯等を考慮すれば、警報の発令される場所は異なるものの、上記設備を認めることとするのが妥当と考えられる。

添付：改正 SOLAS II-2 章条文

Reg.4.5.10 貨物ポンプ室の保護

タンカーにあっては次の要件を満足するものでなければならない。

- 1 cargo pumps, ballast pumps and stripping pumps, installed in cargo pump rooms and driven by shafts passing through pump-room bulkheads shall be fitted with temperature sensing devices for bulkhead shaft glands, bearings and pump casings. A continuous audible and visual alarm signal shall be automatically effected in the cargo control room or the pump control station;
- 1 貨物ポンプ、バラストポンプ又はストリッピングポンプであって、貨物ポンプ室に設置され、かつ、隔壁を貫通する軸によって駆動されるものには、隔壁貫通部軸受け、ベアリング及びポンプのケーシングに温度感知装置を備えなければならない。この装置は、貨物制御室又はポンプの制御場所において認知される連続する可視可聴の警報信号を自動的に発するものでなければならない。
- 2 lighting in cargo pump-rooms, except emergency lighting, shall be interlocked with ventilation such that the ventilation shall be in operation when switching on the lighting. Failure of the ventilation system shall not cause the lighting to go out;
- 2 非常照明装置を除く貨物ポンプ室の照明は、点灯時に通風装置が作動しているように通風装置とインターロックが執られなければならない。通風装置の故障が照明を消してしまうものであってはならない。
- 3 a system for continuous monitoring of the concentration of hydrocarbon gases shall be

fitted. Sampling points or detector heads shall be located in suitable positions in order that potentially dangerous leakages are readily detected. When the hydrocarbon gas concentration reaches a pre-set level which shall not be higher than 10% of the lower flammable limit, a continuous audible and visual alarm signal shall be automatically effected in the pump-room, engine control room, cargo control room and navigation bridge to alert personnel to the potential hazard; and

- .3 炭化水素ガス濃度を連続して監視する装置を備えなければならない。この装置の試料採取端又は検知端は、潜在的に危険なガスの漏洩を速やかに探知するよう適当な位置に設置されなければならない。炭化水素ガス濃度が燃焼限界の 10%を超えない範囲で事前に設定したレベルに達した場合、ポンプ室、機関制御室、貨物制御室及び航海船橋にて認知される連続した可視可聴警報信号が自動的に発せられなければならない。
- .4 all pump-rooms shall be provided with bilge level monitoring devices together with appropriately located alarms.
- .4 全てのポンプ室には、適当な場所に設けられた警報を伴うビルジ液位監視装置を備えなければならない。

Reg.1.6.7タンカーに対する遡及適用要件

The requirements of regulations 4.5.10.1.1 and 4.5.10.1.4, and a system for continuous monitoring of the concentration of hydrocarbon gases shall be fitted on all tankers constructed before 1 July 2002 by the date of the first scheduled dry-docking after 1 July 2002, but not later than 1 July 2005. Sampling points or detector heads shall be located in suitable positions in order that potentially dangerous leakages are readily detected. When the hydrocarbon gas concentration reaches a pre-set level which shall not be higher than 10% of the lower flammable limit, a continuous audible and visual alarm signal shall be automatically effected in the pump-room and cargo control room to alert personnel to the potential hazard. However, existing monitoring systems already fitted having a pre-set level not greater than 30% of the lower flammable limit may be accepted.

2002年7月1日前に建造された全てのタンカーには、2002年7月1日以降最初に予定されているドライ・ドックの日、ただし2005年7月1日を超えない日までに、第4規則5.10.1.1、5.10.1.4で規定される装置、及び炭化水素ガス濃度継続監視装置を備えなければならない。

サンプリング位置又は探知器は、潜在的に危険なガスの漏洩を速やかに探知するよう適当な位置に設置されなければならない。炭化水素ガス濃度が燃焼限界の10%を超えない範囲で事前に設定したレベルに達した場合、ポンプ室及び貨物制御室の警戒員に認知される連続した可視可聴警報信号が自動的に発せられなければならない。ただし、燃焼限界の30%を超えない範囲で事前に設定されている監視装置を既に備えている場合、これを認めることができる。

6. 局所消火装置設置に関する解釈

A. 定義

- (1) 保護区域とは、SOLAS II-2 章 Rge.10.5.6.2 の規定により局所消火装置が設置される機関区域をいう。一般的に、機関室。
- (2) 保護場所とは、SOLAS II-2 章 Reg.10.5.6..3 に示される、局所消火装置により保護することが要求される場所をいう。詳細な解釈については当面 FP46/5/8 による。
- (3) 保護可能な範囲とは、MSC/Circ.913 及びそれを補う試験結果に基づき、当該局所消火装置が消火可能であると承認された場所をいう。
- (4) ミスト影響範囲とは、電気機器が局所消火装置のミストにより悪影響を受けると考えられる範囲をいう。

B 保護エリア (Reg.10.5.6.3 関連)

高圧燃料油の飛散について、発火源となりうる高温表面は飛散油との接触が考えられる範囲では原則として 220 度以下となるよう保護されていると考えられるので、次の部分のみを保護すれば問題ないと考えられる。

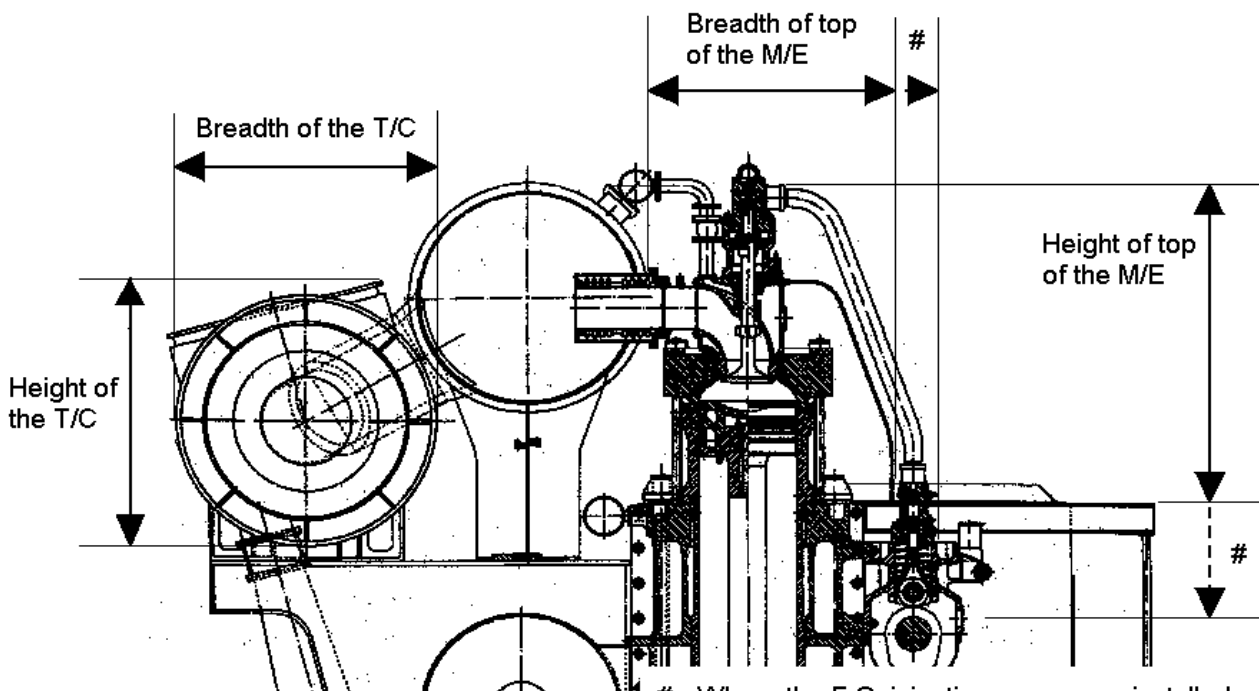
(1) 船舶の主推進及び主電源に使用される内燃機関の火災危険部分

『内燃機関の火災危険部分』とは、燃料油管に近接した排気管等の高温部を意味し、通常、機関頂部の次の範囲及び T/C とする。(下図参照)

幅方向： 各シリンダ排気出口管の排気集合管との付け根までの部分から燃料噴射ポンプまで。ただし、燃料噴射ポンプが鋼製のプラットフォーム等により主機頂部（高温表面）から遮蔽されている場合、プラットフォーム平面における燃料油管までとして差し支えない。

長さ方向： シリンダ頂部（T/C を機関前端または後端に設ける場合、T/C を含む。）

高さ方向： シリンダ頂部から燃料噴射ポンプまで。ただし、燃料噴射ポンプが鋼製のプラットフォーム等により主機頂部（高温表面）から遮蔽されている場合、プラットフォーム平面までとして差し支えない。



Where the F.O. injection pumps are installed under the steel platform, the pumps need not be protected by the systems.

- (2) ボイラ前面
『ボイラ前面』とは、ボイラバーナ部の非被覆部を意味する。またここで言うボイラは、燃焼ガスを利用するイナータガス発生装置を含むものとする。
- (3) 焼却炉の火災危険部分
『焼却炉の火災危険部分』とは、炊き口及びバーナ部を含む焼却炉の非被覆部を意味する。
- (4) 加熱燃料油清浄機
燃料油清浄機については、各々の機器全体を保護エリアとする。ただし、加熱器及び管装置は含まない。

C. 散水ノズルの配置 (MSC/Circ.913-3.4, 3.8 & 3.19 関連)

主機を除く消火保護対象物は比較的小型であるため、周辺機器への影響や消火能力に対する通風装置の影響*を除けば、比較的容易に決定される。しかしながら主機頂部に対するのノズル配置は、主機の大きさ、主機の整備スペース確保、機関室内の甲板配置等の点で困難が伴う。天井クレーンの作動範囲を避けて配置しノズルを斜めもしくは水平に近い形で取付けて主機頂部にねらいを定める様なことが必要となる。この場合取付方法による消火能力の変化（取り付け角度、取り付け間隔等々）及びその効力を検証する必要があると考えられ、MSC/Circ.913に基づく試験に加えて、実船への取り付けに対応した実証試験をする必要がある。

- * 通風装置の影響について考慮する場合、通風条件を一義的に定義し試験を実施することは困難である。現実的には、消火装置の起動に連動した通風装置の部分的自動停止又は自動遮断が必要となる。(MSC/Circ.913-3.4 関連)

D. システムとして要求される機能

D.1 局所消火装置の起動と消火活動の流れのイメージ

- (1) 機関区域に乗員が配置されている場合^{*1}
- 1-① 当直による火災発生の確認。
 - 1-② 火災発生源の燃料遮断、稼動中の発電機の場合はできればスタンバイ機への負荷移行後燃料遮断。できなければ燃料遮断及びブラックアウト後のスタンバイ機の自動起動確認。
 - 1-③ 必要に応じて局所消火装置を手動起動^{*2}（起動警報が作動）し火災を抑制、要すれば本格消火活動へ移行。
- 注)
- ①と②の間に火災探知警報装置が作動する場合もあり。
火災の状況に応じて発電機火災以外の場合には②と③が入れ替わることもある。
- (2) 機関区域に乗員が配置されていない場合／火災認知が早かった場合
- 2-① 火災探知装置^{*3}が作動し、火災発生を知らせる。
 - 2-② 乗務員が現場へ到着し火災状況を判断。
 - 2-③ 1-②及び③へ続く（場合によって、2-②以降に2つ目の火災探知装置が作動し、局所消火装置は自動で起動する^{*4}。）
- (3) 機関区域に乗員が配置されていない／火災認知が遅かった場合
- 3-① 火災探知装置^{*3}が作動し、火災発生を知らせる。
 - 3-② もう一つの火災探知装置が火災を感知し、局所消火装置が自動起動（起動警報が

作動) し火災を抑制する*4。

- 3-③ 乗務員が現場へ到着し火災状況を判断。
- 3-④ 火災発生源の燃料遮断、稼動中の発電機の場合はスタンバイ機への負荷移行後燃料遮断。
- 3-⑤ 状況に応じて本格消火活動へ移行、場合によっては局所消火装置を停止する*4。

- *1 自動起動装置を備える場合であっても、機関室に配員時には同機能を停止して差し支えないと考えられる。(機関区域に配員しない時には自動起動装置を機能させておかなければならない。)
- *2 ノズルからの噴霧をブラックアウト前に行う場合、スタンバイ機によりバックアップされた際には、消火装置を再度手動で起動させる必要がある。
- *3 局所消火装置の自動起動については従来からある火災探知装置を流用することを念頭に置くが、誤作動を防止するため及び火災発生場所を特定するために別の種類の火災探知装置(炎式が望ましい)を別途、局所毎に設置するものとし、一つめの探知機作動時に警報を発し、2つめの探知機が作動したときに局所消火装置が起動するようにする必要がある。全体の火災探知警報装置を流用する場合もしない場合も、警報音自体は通常の火災探知警報と同様で可と考えられる。(Reg.10.5.6.2 & 10.5.6.4 関連)
- *4 自動起動装置は、乗務員の判断で機能を上書き停止させることができる。
- *5 局所消火装置の自動起動により万が一ブラックアウトしてしまった場合、局所消火装置は速やかに給電復帰されるものとし、ブラックアウト直前の状態を保持する(局所消火装置が起動していた場合は再起動するものとし、起動していない場合についても火災探知の結果については保持される。)ものとする必要がある。(MSC/Circ.913-3.9 関連)

D.2 考えられる装置全体の構成、機能及び要件

(1) 消火ノズル (MSC/Circ.913-3.6 to 3.8)

MSC/Circ.913 に対応した型式承認試験に合格したものとする。必要に応じて追加試験を実施し、保護エリア(前 1.を参照)毎に要求されるノズル配置に適したものであることが証明される必要がある。

(2) 高圧ポンプ及び管装置 (MSC/Circ.913-3.6, 3.7 & 3.9)

消火ノズルが所定の性能を発揮するよう設計され承認されたもの。基本的な要件は一般的な消火装置と同様。また機関室内に設置される加圧ユニット(高圧ポンプ)の電気部分については、局所消火装置起動時も機能を確保するために適当な外皮構造(4.を参照)を有するものとする。

(3) 清水タンク(実効上の問題を考慮し清水使用を前提とする。)(MSC/Circ.913-2.2, 3.5, 3.12)

局所消火装置 20 分間の作動に必要な清水量(一番大きな保護対象となる場所を基準に算定する。)を確保する。専用の清水タンクでない場合、必要水量(造水機が設備されていない場合余裕分を見込む必要がある。)を確保する低液面警報を設置する。また他の消火装置で使用される場合には、上記必要水量にその消火装置に必要とされる清水量を含めて考える必要があると共に、それぞれの装置使用時に安全な場所から適切に管系統を分離できる必要がある。

(4) 手動起動装置(停止装置も含む) (MSC/Circ.913-3.1, 3.13)

A 類機関区域の内部及び外部の場所で、保護対象場所における火災の際にも容易に近づくことができる安全な場所に手動起動装置を設ける必要がある。また機関区域内の場所については、保護対象とする場所の火災状況を確認した後に速やかに操作できる場所と

する必要がある。さらに、火災抑制のために火災源の燃料を速やかに遮断できるよう Reg.4.2.2.5.5 の燃料油遮断装置と近接して設置することが望ましい。

(5) 起動警報装置 (Reg.10.5.6.4)

局所消火装置の起動を知らせるもので、機関区域内には保護対象場所毎に設けられた可視警報装置及び他の警報と区別できる可聴警報装置、船橋等常時人が配員される場所に局所消火装置が起動した場所を明示する警報装置がそれぞれ必要となる。同警報は、消火ノズル近傍での水流又はポンプ及び分岐弁の作動を検知するものとする。

自動起動が要求される場合は、上記に次を加える。

(6) 火災探知装置 (Reg.10.5.6.2 関連)

局所消火装置の自動起動のために、局所での火災を速やかに探知する様に設置すると同時に、誤って消火装置が起動することを防止するよう対策を取る必要がある。この両者を満足するために、保護エリア毎に設置した炎式火災探知機^{*1}とその他の火災探知機を併用し、一つ目の探知機による感知で火災警報（表示盤において火災発生場所を特定できるもの）を発生し、二つ目の探知機による感知^{*2}で局所消火装置を起動させるものとする。これが現実的な選択肢として考えられる。この場合、火災探知装置の一次的な目的は局所における火災の早期検知ということになり、場所が特定できるものでありさえすれば従来から要求されている火災探知警報装置を流用できる。

*1 炎式火災探知機については、他の種類の火災探知機と同様の環境試験に合格したものである。また、必要とされる性能(有効距離等)については、適当な基準により検証される必要がある。

*2 機関室内に設置されているいずれかの煙式火災探知機が煙を検知した場合とするのが望ましい。特定の火災探知機とする場合は、保護エリアにおける火災を確実に検知できるものとする必要がある。

(7) 自動起動装置 (Reg.10.5.6.2 関連)

機関区域に乗員を配置しない時に機能しうる自動起動装置が必要で、上記火災探知装置の信号を受けて局所消火装置を起動させるものとする。自動起動に関しては、本格消火活動への移行を含めて乗務員による判断の余地を残すために、手動操作による上書きを優先させる機能が必要となる。

D.3 船舶の機能を確保するために必要な措置

船舶の運行に関わる主要な機能としては主として次の二点が考えられるが、これらを確保するために関連する機器（電線等も含む。）は、基本的に火災危険性が高いと考えられる場所、特に局所消火装置作動時にミスト雰囲気になると考えられる場所は避けて配置される必要がある。このことが実行不可能な場合、当該機器に適当な保護外皮構造を持たせる等の措置が必要となる。

(1) 推進力の確保（主機火災時を除く。）（MSC/Circ.913-3.2）

他の場所における局所消火装置作動による影響を直接受ける可能性は低いと考えられ、燃料油及び潤滑油系統の確保や電源確保の措置がとられていれば問題ないと考えられる。なお、主機自体が火災の場合に主機の燃料油を遮断することにより推進力が確保できなくなるのはやむを得ないと考えられる。

(2) 電源確保 (MSC/Circ.913-3.2)

発電機用機関の火災時に船舶の電源（局所消火装置への給電を含む）を確保するためには、火災拡大前に速やかにスタンバイ機への負荷移行を完了し、火災源機関の燃料を遮断、停止させた後に局所消火装置を起動させる必要がある。乗員が配置されている場合

には状況に応じて判断し行動することが可能であるが、機関区域に乗員を配置しない時には火災探知時に速やかに措置を施すことが肝要で、1つ目の火災探知警報に連動させてスタンバイ機を自動起動して負荷を移行、負荷移行後は速やかに火災源機関を停止、燃料を遮断できるよう措置する必要がある。(隣接機での消火装置作動時における可動機の健全性については、4.を参照。)

E. 起動・制御装置に関する要件

局所消火装置の起動・制御及びこれに付随する操作に関連する要件は、原則として次表による。

表 適用要件

	固定式火災探知装置		起動装置 ⁽¹⁾⁽²⁾	
	種類	可視可聴警報	起動操作 ⁽³⁾⁽⁴⁾	可視可聴警報 ⁽⁹⁾⁽¹⁰⁾
M0 船	煙+炎 ⁽¹²⁾⁽¹³⁾	W/H or W/H & F.C.S.	手動 ⁽⁵⁾ & 自動 ⁽⁶⁾⁽⁷⁾⁽⁸⁾	W/H (& ECR) & 保護区域(E/R)
非 M0 船	煙 (ECR が有る場合)	W/H or W/H & F.C.S.	手動 ⁽⁵⁾	ECR & 保護区域(E/R) (& W/H) ⁽¹¹⁾
	—	—		保護区域(E/R) (& W/H) ⁽¹¹⁾

(起動準備)

- (1) 消火剤に清水を使用する場合、各保護場所に対し 20 分間噴霧するのに必要な容量 (他の消火装置で使用される場合には、その容量を加えたものとする) を確保するために、清水タンクに低液面警報装置を設置すること。(Circ.913/3.5) ; 造水器が設置されていない場合、警報液位の設定は十分に余裕をもった値とすること。また、他の機器への管系統を共有する場合、消火装置の使用の際に火災時にも安全な場所に設置された弁等により分離可能なものであること。逆に全体消火装置として泡消火装置が使用される場合には、局所消火装置への給水が確実に遮断されること。(特に泡消火装置の場合、清水が垂れ流しになると泡が消失するため、清水がストップするような配慮が必要。) なお、当該遮断装置は、原則として機関区域外に設置することとするが、機器の配置上やむを得ないと考えられる場合、脱出口近傍等、火災拡大時にも安全であると認められる場所 (容易に接近、避難ができる場所) とすることを条件に、機関区域内としても差し支えない。遮断装置には全体消火装置を使用するときには局所消火装置を停止する旨の注意銘板を取りつけること。
- (2) 局所消火装置に供される高圧ポンプ用電動機及びその制御装置は、原則として IP44 以上とすること。(Circ.913/3.9>IP54 が要求されているが、必要なのは防滴性能と考え IP44 で可とする) ; 保護区域外に設置される場合については、当該設置場所に応じた保護外被とすることができる。(当該装置を保護場所内に設置することは認められない。又、保護場所から原則として 7m 以上離して設置すること。)

(起動)

- (3) 装置の操作に関する指示を各操作場所に掲示すること。(Circ.913/3.17)
- (4) 消火剤の飛散を防止するために、保護場所の通風装置は局所消火装置の起動時に自動停止させること。(Circ.913/3.4) ; 局所消火装置の自動起動が要求される場合を除き、通風装置の停止装置が局所消火装置起動装置と近接して設けられ、かつ、「局所消火装置使用時に通風装置を停止させる」旨が掲示されている場合には、自動停止は要求されない。局所消火装置の起動装置及び通風停止装置は、ある程度まとめて設置して差し

支えないが、この場合、各消火装置の起動時にいずれの通風装置を停止させる必要があるかを標示すること。なお、保護区域の通風装置の停止は、主機の運転に重大な影響がない範囲とすること。

(Circ.913/3.4 で自動停止が要求されているため、この取扱いは IMO の非公式 CG で検討する必要があると考える。)

(5) 操作場所

- ① 保護区域の内部及び外部（原則として FCS とする）であって容易に近づくことができる場所に設置すること。(Circ.913/3.13)
 - ② 保護区域内に設置された起動装置は、保護場所から原則として 7m 以上離して設置すること。保護場所と起動装置の間に遮蔽物等がある場合は、7m 未満でも可とすることができる。
 - ③ E/R 内の手動起動装置については、個々の燃料遮断装置の操作場所と近接していることが望ましい。
 - ④ 保護場所に対する監視が十分に可能な場合、②及び③の各装置を保護区域の内部における操作場所として ECR にまとめて設置しても差し支えない。(手動+燃料遠隔遮断装置)
- (6) 発電機用原動機が火災の場合に、電源を維持したままで火災元の機関停止・燃料遮断を行うため、火災元の機関から速やかに負荷移行できるよう、1つ目の火災探知警報（炎探知器）に連動させてスタンバイ機を自動起動させることを推奨する。
- (7) 自動起動の場合、使用される消火剤の種類及び自動放出の可能性を示す警告を機関室に通じるすべての入口の外側に表示すること。燃料装置等が設置された区域であって局所消火装置により保護される区域（清浄器室等）への入口も含む。(Circ.913/3.16)
- (8) 自動起動機能を有する場合、手動操作による上書きを優先させる機能を有すること。(種々の状況への対応及び誤作動防止のため。)

(起動警報)

- (9) 起動警報は消火ノズル近傍での水流又は、ポンプ及び分岐弁の作動を検知し作動するものとするが、手動起動の場合はこの限りではない。当該警報は他の消火装置の起動警報や火災警報とは区別できること。また、表示盤においては、各保護場所毎の装置起動を識別できること。(SOLAS II -2/10.5.6.4) なお、機関区域内においては、ある程度の保護場所毎にまとめたものとしてよい。
- (10) 機関区域内に設けられた ECR における起動警報については、特に必要と認める場合を除き、火災元を特定できる必要はない。
- (11) 非 M0 船の場合であっても、W/H には起動警報装置を設置することを推奨する。

(自動起動装置)

- (12) 炎式探知器は特定の保護場所における火災を識別できること。火災場所の識別を除く火災探知警報機能は、SOLAS II-2 章 Reg.7 で要求される火災探知警報装置としてよいが、追加で装備する場合はこれに準じたものとする。また、当該火災探知警報装置に組み込まれたものとして差し支えない。なお、炎探知装置は、JG の型式承認品を使用することを原則とするが、当面は、陸上用の性能基準を満足し、舶用の環境試験及び不作動試験を満足するものを使用できることとする。
- (13) 炎式及び煙式火災探知機を使用する場合以外の対処
- ① 確実な起動の確保と誤作動防止のため、原則として 2 種類以上の火災探知器を使用すること。
 - ② 煙探知器は、保護場所が区画となっている場合や、煙探知器により確実に火災場所を特定できることが実証される場合を除き、火災場所の特定手段として認められない。
 - ③ 詳細については、個別に検討する。

F. 装置作動時の機器への影響 (MSC/Circ.913-3.2 & 関連)

火災が発生している当該機器を除く機関室内の各機器が、局所における火災に際しても通常に動作する必要があると考えられ、各機器は散水によるミスト等の影響を考えなければならないこととなる。保護エリア内、ノズルの性能として示される消火有効範囲のみならず散水範囲にあると考えられる場合には、電気機器や隣接するような内燃機等について、ミストを多量に含んだ空気を吸入した場合の影響を考慮する必要があると考えられる。

特に G/E の場合、電源の喪失を避けるべく配慮しなければならず、本来の防火の意味でも分離配置や囲壁の設置が考えられる。ただし、機関室の大きさが限られる中、小型船では現行のような近接配置を変更することは困難な場合も多い。

一般的に IEC の規格で IP44 以上の外被構造を有する機器の場合、上記ミスト雰囲気中においても基本的に問題ないと考えられるが、機器が非常に高価なものとなり現実的には難しい。完全に IP44 に対応した機器でなくとも、消火装置が起動してから連続運転が要求される 20 分間、機能が確保できる機器であれば問題ないと考えられ、従来の機器でもある程度までは耐えうるものと考えられる。しかしながら、発電機メーカー等は上記のようなミストを多量に含んだ雰囲気中での 20 分連続運転は保証の範囲にはないとしており、給気ダクトの開口位置を変える事や開口に覆い及びフィルタを取付ける等の対処をとる等の何らかの方法により耐久性があることを実証する必要があると考えられる。

なお、消火装置の圧力装置関連の電源装置については MSC/Circ.913 において IP54 以上であることが規定されているが、このサーキュラーが装置の型式承認の基準として参照されていると言う性格のものであることや、他の機関区域の機器に要求される外被構造とのバランスを考慮すると、次のように取り扱うことが妥当と考えられる。

1. 機関室外部に設置される場合においては、一般的に設置場所において電気機器に対し要求される外被構造と同等で可とする。
2. 機関室内の保護される場所の外に設置される場合においては、IP44 以上とする。
(設置場所が保護対象と十分に離れている場合は、斟酌可能と考えられる)
(機関室内の保護対象区域内には設置しない。)

暫定的な取り扱いを以下に示す。

- (1) 消火装置の水噴霧の影響を受けると考えられる範囲に設置される電気機器は IP44 以上の保護外被を有するものであること。ただし、次の(i)または(ii)に該当する場合はこの限りでない。
 - (i) 特定の局所消火装置との組合せにおいて当該電気機器に感電の危険及び短絡あるいは地絡が生じないことが試験により確認された場合。
 - (ii) 当該電気機器に水噴霧が直接降りかからないように固定式の保護設備が設けられた場合。
- (2) 上記(1)の「水噴霧の影響を受けると考えられる範囲」とは、原則として次の範囲をいう。
 - (i) 水平方向：各ノズルを中心とし、ノズルの許容最大間隔を半径とする円の中
 - (ii) 垂直方向：各ノズルと直近下方の甲板または類似の構造物の間
- (3) 上記(1)の試験は次に示す条件で行い、噴霧終了後当該機器の作動に水噴霧の影響がないこと確認する。
 - (i) ノズルを 2x2 グリッドに配置する。ノズルは垂直下方に向けノズルの間隔は許容最大間隔とする。
 - (ii) 当該機器を 2x2 グリッドの中央に配置する。ノズルとの距離は許容最小距離とする。
 - (iii) 当該機器を作動させた状態で消火装置を作動させ、その許容最大使用圧力で 20 分間の噴霧を行う。

G. その他 (MSC/Circ.913 – 3.15)

装置取付後の船内試験に関しては、実施上の問題点がかなり大きいとともに、実際に検証できる内容がほとんど他の機器への影響に限定されてしまうため、実際の作動試験までは必要と考えていない。最低限ノズルの通気試験及び模擬作動試験（手動及び自動起動操作、起動警報、ポンプ吐出圧力の確認、ノズル近傍における流量及び流圧の確認（何らかの方法で証明できる場合、ノズル近傍でなくとも可）、必要な場合には通風装置の自動停止）は必要となる。従ってこれらに対応した設備（例えばノズル近傍に試験用の弁を設置）は必要となる。（基本的に従来設備の試験と同等なもので可。）

7. 非常脱出用呼吸具 (EEBD) (II-2/13.3.4, 13.4.3)

本要件は新船及び現存船に適用される。現存船は II-2/1.2.2.2 規則により 2002 年 7 月 1 日以降の最初の検査 (first survey) の日までに同要件に適合することが要求される ((2)項参照)。ただし、13.3.4.1 規則の要件（予備の EEBD の備付け）は現存船には適用されない。

(1) 個数及び備付け場所

NK 暫定解釈

(a) II-2/13.3.4

居住区域内に次のとおり EEBD を備えること。

- (i) 貨物船については少なくとも 2 組及び予備として少なくとも 1 組。
- (ii) 36 人以下の旅客を運送する旅客船については 13.3.4.5 規則で定義されるものを除く各主垂直区域に少なくとも 2 組及び予備として少なくとも計 2 組。
- (iii) 36 人を超える旅客を運送する旅客船については 13.3.4.5 規則で定義されるものを除く各主垂直区域に少なくとも 4 組及び予備として少なくとも計 2 組。

(b) II-2/13.4.3.1

乗組員が通常または定期的に従事する A 類機関区域に次のとおり EEBD を備えること。

- (i) 主推進用の内燃機関のある機関区域
機関制御室及び工作室に各 1 組。原則として、当該区域の各甲板または台甲板において脱出経路（トランクにより保護された脱出経路及び安全区域に至る水密戸以外）の近くに 1 組。機関制御室と工作室が近接している場合、それらのいずれかに対する EEBD、機関制御室及び/または工作室と脱出経路が近接している場合、機関制御室及び/または工作室に対する EEBD を省いて差し支えない。ただし、当該区域の EEBD の総数は少なくとも 3 組。
- (ii) 上記(i)の区域以外の A 類機関区域
原則として、当該区域の各甲板または台甲板において脱出経路（トランクにより保護された脱出経路及び安全区域に至る水密戸以外）の近くに 1 組。ただし安全区域への脱出が容易であると認められる場合、EEBD は要求されない。

2.20 SOLAS V 章 2000 年改正関連

改正の背景

2000 年 11 月に開催された IMO 第 73 回海上安全委員会において、SOLAS 条約 V 章の全面改正（以下、改正 SOLAS という。）が採択され、2002 年 7 月 1 日から適用されることとなった。同改正は、船舶自動識別装置（AIS）、航海情報記録装置（VDR）、自動物標追跡装置（ATA）、音響受信装置などの新しい航海設備に関する要件のほか、従来から要求されている航海機器の適用トン数を拡大する要件などを含み、全面的に強化された内容となっている。安全設備規則及び同検査要領へこれらの要件を取り入れた。

改正の内容

SOLAS V 章改正により新たに加わった航海機器としては、衛星航法装置、レーダー反射器、音響受信装置、船首方位伝達装置（THD）、船舶自動識別装置（AIS）、航海情報記録装置（VDR）、自動物標追跡装置（ATA）、推力計、自動操舵装置、電子海図情報表示装置（ECDIS）などである。これらの設備の概要は次のとおりである。

【衛星航法装置】

規則上の衛星航法装置とは GPS 受信機をいい、既にかなり普及しているものである。従来は、無線方向探知機が船位測定装置として位置付けられ、この装置の代替として、主管庁承認により GPS 受信機を設けることが認められていたが、改正 SOLAS により、無線方向探知機の要求がなくなり、代わって衛星航法装置（GPS 受信機）が義務設備となった。なお、改正 SOLAS では、衛星航法装置のほか、ロラン等の無線航法装置でも差し支えないが、日本籍船舶の場合、このような無線航法装置を備える船舶は一部の漁船等に限られるため、無線航法装置については記載しないこととした。なお、このような漁船については、特例措置（安全設備規則 1 編 1.1.1-2.）により対応する。

【レーダー反射器】

総トン数 20 トン未満の鋼船若しくはアルミ船（アルミ合金船を含む）又は総トン数 50 トン未満の FRP 船等は、他船のレーダーで捉えられないおそれがある。このため、レーダー反射器を設け、他船のレーダーによる捕捉を促す。なお、改正 SOLAS 上は、総トン数 150 トン未満の船舶であって適当な場合に備えるよう規定しているが、国土交通省の解釈に倣い、前述の船舶にのみ義務付けることとした。

【音響受信装置】

暴露部への開口のない閉鎖された船橋の場合、外部の音響信号が聞き取り難い場合がある。このため、改正 SOLAS では、このような船橋に対し、外部の音響信号を再現させるための装置を設けるよう規定している。音響信号の方角（前後左右の表示）と音響を再生するための装置（拡声器）の設置が必要である。

【船首方位伝達装置（THD）】

従来の規定では、総トン数 500 トン以上の船舶に対しジャイロコンパスと航海用レーダーの設置が要求され、かつ、ジャイロコンパスには、航海用レーダーに船首方位を伝達する機能を備えることが要求されていた。改正 SOLAS においても、これらの要件に変わりはないが、航海用レーダーが総トン数 300 トン以上 500 トン未満の船舶に対しても要求されることとなったため、これらの船舶に対する船首方位を伝達するための装置として当該装置が要求されることとなった。当該装置としては、磁気コンパスの船首方位測定機能を利用するもの、複数の GPS 受信機を一定の間隔で配置し船首方位を得るもの及びジャイロコンパスがある。これらの装置により得られた船首方位情報を航海用レーダー、電子プロテクト装置（EPA）及び船舶自動識別装置（AIS）に伝達する。

【船舶自動識別装置（AIS）】

航空機用管制レーダーには航空機の便名、速度、高度等の情報が表示され、どのような航空機がどのような状態で飛行中であるか画面上で容易に判別できるようになっている。これらの情報は、航空機から発信される情報を基に画面上に表示されているが、船舶にお

いても改正 SOLAS により同様の装置が要求されることとなった。しかしながら、現時点では航空機用管制レーダーのようなレーダー画面への重畳機能は要求されておらず、レーダー画面とは別にテキスト表示するようなものでも認められている。改正 SOLAS では、船舶の識別情報、船種、船位、針路、速力、航海状況及びその他安全に関連する情報を海岸局、他の船舶及び航空機に発信する装置が要求されている。

【航海情報記録装置 (VDR)】

航海情報記録装置 (VDR) は、上記の船舶自動識別装置 (AIS) と同様、航空機の技術を取り入れたものであり、航空機のブラックボックスと同様な機能を有する。事故時の船舶情報 (船橋の会話、レーダー情報、船速、時間等の情報) を船上に備えられるカプセル内に記録し、事故後に回収して、事故原因の究明に役立てるものである。

【電子プロットング装置 (EPA)】

航海用レーダーに表示される物標をプロットングするための装置である。後述の自動物標追跡装置 (ATA) 又は自動衝突予防援助装置 (ARPA) のように物標を自動的に追跡する機能はない。従来、手書きによるプロットングでよかったものが、電子的な手段に依らなければならないように改められた。

【自動物標追跡装置 (ATA)】

総トン数 10,000 トン以上の船舶に要求される自動衝突予防援助装置 (ARPA) を小型船にも適用させるべく、簡易 ARPA とも言える自動物標追跡装置 (ATA) の設置が総トン数 500 トン以上の船舶に要求されることとなった。総トン数 10,000 トン以上の船舶に要求される自動衝突予防援助装置 (ARPA) は物標を自動で捕捉する機能が要求されているが、自動物標追跡装置 (ATA) では、手動又はガードリングにより物標を捕捉する必要がある。

【推力計】

新たに加わった計器である。ただし、推力については、FPP 船にあつては主機回転計により、また、CPP 船にあつてはピッチ角計と主機回転計により、その把握が可能であるため、これらの計器に加えて推力計を設ける必要はない。超伝導船などのようにこれらの計器によって推力を把握することができない場合に当該計器が要求される。

【自動操舵装置】

従来から自動操舵装置 (オートパイロット) を備える船舶は多かつたが、改正 SOLAS により、この装置が義務化されることとなった。オートパイロットは、ジャイロコンパスからの船首方位信号を基にあらかじめ設定した方位に舵を制御する自動操舵装置 (船首方位制御方式自動操舵装置という。) であるが、この装置以外に、電子海図上に航路を設定し、その航路に沿って舵を制御する自動操舵装置 (航跡制御方式自動操舵装置という) としても差し支えない。

【電子海図情報表示装置 (ECDIS)】

電子海図情報表示装置 (ECDIS) は、CRT 等の電子画面上に海図を表示する装置である。この装置は義務設備ではなく、従来どおり、紙海図のみを備えることでも差し支えない。また、紙海図に代えて電子海図情報表示装置 (ECDIS) のみを設ける場合については、当該装置のバックアップ装置を設ける必要がある。

安全設備規則

2 編 検査

1 章 通則

1.1 一般

1.1.3 検査の実施及び時期

規則 4 編 2.1.12 に規定される衛星航法装置及び**規則 4 編 2.1.16** に規定される船舶自動識別装置 (AIS) については、改正 SOLAS の既存船に対しても要求されている。これらの装置の搭載期限については安全設備検査要領 2 編 1.1.3-2. に記載した。

従来の規則では、このような遡及適用要件については、設備要件の中に記載していたが、他の改正規則と同様、臨時検査の確認項目として記載することとした。1.1.3-5.(2) の要件は、

搭載期限を記載した検査要領の親規則にあたる。

2章 登録検査

2.1 製造中登録検査

2.1.2 提出図面及びその他の書類

-1.(6) 航海機器の要目、数量等を記載した航海設備図に記載すべき装置として、改正 SOLAS により新たに加わった航海設備を加えた。

2.1.3 工事の検査

(8) 登録検査時に立会検査を行う航海設備として、改正 SOLAS により新たに加わった航海設備を加えた。

3章 年次検査

改正 SOLAS による新設備の追加に伴い、表 3.1 及び表 3.2 を改めた。

4章 中間検査

3章と重複する表を削除し、3章の表を参照するように改めた。

5章 定期検査

3章と重複する表を削除し、3章の表を参照するように改めた。

4編 航海設備

1章 通則

1.1 一般

1.1.1 適用

1.1.2 用語

「海図又は航海用刊行物」及び「集中船橋設備」の定義を掲げた。前者は SOLAS から、後者は IMO 性能基準からの引用である。

1.1.3 船橋設計等に関する一般要件

船橋の設計、配置等に関する一般要件を記載した。

改正 SOLAS V 章 15 規則を取り入れたものである。改正 SOLAS では、「船橋機器及び配置のための人間工学的基準に係わる指針 (MSC/Circ.982)」、「IBS の性能基準 (決議 MSC.64(67)附属書 1)」及び「INS の性能基準 (決議 MSC.86(70)附属書 3)」が参照されている。しかしながら、これらの指針及び基準を満たすことにより 15 規則の要件を満たすことが可能であるものの、これらの指針及び基準は最小要件ではなく、かなり高いレベルで要求を満たすことになる。また、日本籍船舶についてはこれらの指針及び基準を強制化していない。このため、これらの指針及び基準を本規則では引用しないこととした。なお、これらの指針及び基準への適合要求に関する外国政府の動向には注意が必要である。

また、1.1.3 に規定される要件自体は、ごく一般的なものであり、かつ、常識的な範囲のものであると考えられるため、一般船がこれらの要求を満たす上で、特に問題を生じるようなことはないと考えられる。

1.1.4 電磁両立性

船橋及び船橋の近傍に設けられる電気・電子機器について電磁両立性が要求されることとなった。航海設備については、主管庁による型式承認試験の一部として電磁両立性に関する試験が要求されることとなるが、その他の電気機器 (照明装置、船内通信装置等) については、船内でこれらの電気機器を動作させ、航海設備に不具合な現象が生じないかを確認するに留めて差し支えない。この旨は 4 編 2 章 2.5.2 に記載した。

1.1.5 代替モードを有する航海設備

モード切替えを有する航海設備について、その動作モードの表示を要求する規定である。すべての航海設備に対する要件であることに注意が必要である。

1.1.6 集中船橋設備

航海設備の各装置間を接続し、集中船橋設備を構成する場合の要件である。装置間を接

続することにより、単一損傷によって、複数の航海設備が共倒れすることのないように、警報装置及び各装置の独立性が要求される。例えば、船首方位が表示される航海用レーダーが故障した場合に船首方位伝達装置まで機能しなくなることをないように、独立性を有するものとする必要がある。

1.1.7 図面及び一覧表の翻訳

掲示が要求される図面及び一覧表は船舶において使用される言語に翻訳されたものであること。

2 章 航海設備

2.1 航海設備

2.1.1 磁気コンパス

磁気コンパスを調整するための手段として残留自差表又は残留自差曲線を備えることが義務付けられていたが、これら以外の手段でも認められるように記載を改めた。その他、従来からの要求に特に変更はない。

2.1.2 ジャイロコンパス

従来からの要求に特に変更はないが、航海用レーダー、自動物標追跡装置（ATA）及び船舶自動識別装置（ARPA）への船首方位の伝達に関する要件及び非磁性手段によらなければならない旨の要件を加えた。

2.1.3 非常操舵場所のジャイロ・レピータ

従来の規定では、非常操舵場所（一般には操舵機室）に設置される船首方位を得るための手段としては羅針儀でも差し支えなかったが、ジャイロ・レピータでなければならない旨に規定を改めた。また、検査要領に示すとおり、このジャイロ・レピータは常設のものでなくても差し支えない。なお、国内法では羅針儀でも差し支えないため、国内法より厳しい取扱いとなる。

2.1.4 航海用レーダー

従来の規定では、航海用レーダーは総トン数 500 トン以上の船舶に要求されていたが、これを 300 トン以上に改めた。また、第 2 の航海用レーダー（3GHz）の設置についても 10,000 トン以上を 3,000 トン以上に改めた。なお、日本籍船舶にあっては、第 2 の航海用レーダーについても 9GHz で運用されるものとして差し支えない。

2.1.5 電子プロットング装置（EPA）

総トン数 500 トン以上の船舶には自動物標追跡装置（ATA）が要求されているため、この電子プロットング装置は 300 トン以上 500 トン未満の船舶に備えられることになる。なお、自動物標追跡装置（ATA）及び自動衝突予防援助装置（ARPA）は当該装置の上位装置に該当するため、検査要領 2.1.5 に記載のとおり、当該装置に代えてこれらの装置を設けることとして差し支えない。

2.1.6 自動物標追跡装置（ATA）

総トン数 500 トン以上の船舶については 1 つの自動物標追跡装置（ATA）を、3,000 トン以上 10,000 トン未満の船舶については、これに加えて追加の自動物標追跡装置（ATA）を設ける必要がある。これらのトン数区分に基づく搭載要件は、物標の追跡結果を表示する航海用レーダーの装備台数と整合している。

2.1.7 自動衝突予防援助装置（ARPA）

総トン数 10,000 トン以上の場合には、前項の追加の自動物標追跡装置（ATA）に代えて、自動衝突予防援助装置（ARPA）を設ける必要がある。

2.1.8 音響測深機

従来からの要求に特に変更はない。

2.1.9 船速距離計

総トン数 50,000 トン以上の船舶に備える船速距離計は、船首尾方向に加え、横方向の対地速力及び対地距離を測定できるものでなければならない。

2.1.10 舵角及びプロペラの回転速度を示す表示器等

推力計については前述のとおりである。その他については従来からの要求に特に変更は

ない。

2.1.11 回頭角速度計

回頭角速度計は、総トン数 100,000 トン以上の船舶に要求されていたが、これを 50,000 トン以上に改めた。

2.1.12 衛星航法装置

衛星航法装置については、前記参照。

2.1.13 レーダー反射器

レーダー反射器については、前記参照。

2.1.14 音響受信装置

音響受信装置については、前記参照。

2.1.15 船首方位伝達装置 (THD)

船首方位伝達装置 (THD) については、前記参照。

2.1.16 船舶自動識別装置 (AIS)

船舶自動識別装置 (AIS) については、前記参照。

2.1.17 航海情報記録装置 (VDR)

航海情報記録装置 (VDR) は国際航海に従事する総トン数 3,000 トン以上の船舶に要求される。

2.1.18 船首方位制御方式及び航跡制御方式自動操舵装置

総トン数 10,000 トン以上の船舶には、自動操舵装置 (船首方位制御方式又は航跡制御方式) を設ける必要がある。

2.1.19~2.1.25 については、従来からの要求に特に変更はない。

2.1.26 海図及び航海用刊行物

紙海図に代えて電子海図情報表示装置 (ECDIS) を備える場合はバックアップ装置が必要である。このバックアップ装置に関する要件については、**附属書 4-2.1.26** に記載した。

2.1.27 及び 2.1.28 については、従来からの要求に特に変更はない。

2.1.29 昼間信号灯

昼間信号灯は、従来、国際航海に従事する船舶にのみ要求されていたが、国際航海に従事しない船舶であっても要求されることとなった。(小型船等への軽減措置については 3.2.17 参照。)

2.1.30, 2.2~2.4 については、従来からの要求に特に変更はない。

2.5.1 製造所等における試験

SOLAS 条約で要求される航海設備は主管庁承認が必要である。日本籍船舶については、財団法人 日本舶用品検定協会 (HK) において検定が行われており、基本的に本会は、ここで検定されたものが本会船級船に使用されているかを確認することとなる。

2.5.2 造船所における試験

前述のとおり、電磁両立性に関する作動状態における確認を行う必要がある。

3 章 航路を制限される船舶及び小型の船舶に施設される航海設備の特例

3.1 一般

3.1.1 適用

3.1.2 航海設備の特例

沿海区域を航行する資格で国際航海を行う船舶 (韓国航路の船舶等が該当する) については、国内法により国際航海に従事する船舶に対する一部の規定が免除されている。本規則においても同様の軽減を認めるため、3.1.2 にこの旨を示した。

3.2 航海設備

SOLAS V 章には、II-1 章、II-2 章等に記載されるような総トン数 500 トン未満の船舶、国際航海に従事しない船舶などに対する包括的な軽減規定がなかった。改正 SOLAS により、次に掲げる船舶に対し主管庁裁量による軽減が可能となった。

- (1) 国際航海に従事する総トン数 150 トン未満の船舶
- (2) 国際航海に従事しない総トン数 500 トン未満の船舶
- (3) 漁船

このため、国内法については軽減規定の見直しが行われ、本規則についても、一部の規定を除き、それらの国内法との整合を図っている。

3.2.1 磁気コンパス

平水区域を航行する船舶（船級符号に *Smooth Water Service* 又は同等の付記を有する船舶）についての軽減である。従来からの軽減内容に変更はない。

3.2.2 ジャイロ・コンパス

平水区域を航行する船舶（船級符号に *Smooth Water Service* 又は同等の付記を有する船舶）についての軽減規定であるが、総トン数 500 トン以上の船舶については、ジャイロコンパスを省略することにより航海用レーダー等への船首方位を伝達する手段がなくなってしまう。このため、総トン数 500 トン以上の船舶であってジャイロコンパスを省略する船舶については、別途、船首方位伝達装置（磁気コンパス又は GPS 受信機を利用するもの）を設ける必要がある。

3.2.3 航海用レーダー

国際航海に従事しない総トン数 500 トン未満の船舶については、SOLAS 条約に規定されるとおり、主管庁判断による規定の軽減が可能である。日本籍船舶の場合、国際航海に従事しない船舶であっても総トン数 300 トン以上の船舶については航海用レーダーの設置が要求されている。しかし、その性能基準については、必ずしも IMO の性能基準による必要がないため、国内法の認めるものまで軽減が可能である。本規則においてもその旨の取扱いが行えるように 3.2.3 に記載した。

3.2.4 音響測深機

改正 SOLAS において、音響測深機は総トン数 300 トン以上の船舶に要求されている。従来、SOLAS が適用されない総トン数 300 トン未満の船舶及び国際航海に従事しない総トン数 500 トン未満の船舶については音響測深機以外の測深装置が要求されていたが、前者についてはこの要求を削り、後者については従来通りとした。また、後者の船舶であって衛星航法装置を備える船舶については、自船の位置と海図情報から現在の水深を把握することができるとの考えから音響測深装置の設置を省略しても差し支えないこととした。さらに、船級符号に *Smooth Water Service* 又はこれに相当する付記を有する船舶についても、従来どおり音響測深機を備えなくても差し支えない。

3.2.5 船速距離計

改正 SOLAS では、船速距離計は総トン数 300 トン以上の船舶に要求されている。このため、総トン数 300 トン未満の船舶及び国際航海に従事しない総トン数 500 トン未満の船舶については、IMO 性能基準に従ったものでなくても差し支えない。また、同船舶については、航海の態様等を考慮することにより設置自体を省略することも可能である。

3.2.6 衛星航法装置

国際航海に従事しない総トン数 500 トン未満の船舶については、IMO 性能基準によらない衛星航法装置であっても差し支えない。また、船級符号に *Smooth Water Service* 又はこれに相当する付記を有する船舶であって総トン数 500 トン未満の船舶については、衛星航法装置を設けなくてもよい。

3.2.7 レーダー反射器

前記参照。

3.2.8 船首方位伝達装置 (THD)

国際航海に従事しない総トン数 500 トン未満の船舶については、船首方位測定機能（単位時間の変位から船首方位を算出する機能）を有する衛星航法装置を備え、この情報が航

海用レーダー等で利用できる場合は、船首方位伝達装置（THD）を設けなくても差し支えない。

3.2.9 船舶自動識別装置（AIS）

国際航海に従事しない総トン数 500 トン未満の船舶については、船舶自動識別装置を設けなくても差し支えない。また、船級符号に *Smooth Water Service* 又はこれに相当する付記を有する船舶のうち湖川内を航行するものであって本会が差し支えないと認めるものについても当該装置を設けなくてもよい。

3.2.10~3.2.16 については、従来からの軽減規定に変わりはない。

3.2.17 昼間信号灯

国際航海に従事しない総トン数 500 トン未満の船舶及び船級符号に *Smooth Water Service* 又はこれに相当する付記を有する船舶については、昼間信号灯を備えなくても差し支えない。

3.2.18~3.2.20 については、従来からの軽減規定に変わりはない。

附属書

航海設備に対する個別要件については、従来の安全設備規則 4 編 3 章に記載されていた要件とともに附属書に記載することとした。なお、附属書のタイトルに **IMO** 決議番号の記載のないものが、旧安全設備規則 4 編 3 章及び同検査要領から移設されたものである。

各附属書は、**IMO** の性能基準を翻訳したもの又は旧安全設備規則 4 編 3 章に記載されていた要件のいずれかであるため、それらの内容についてはここで敢えて解説しないこととした。ただし、特に注意すべき点として以下に若干の説明を述べる。

- ・船舶自動識別装置（AIS）、航海情報記録装置（VDR）等にはそれぞれ **IEC** 規格が存在し、日本政府を含め、これらの **IEC** 規格によることを原則としている。一方、附属書は **IMO** の性能基準を翻訳しているものであるため、**IEC** 規格に記載される内容は含まれていない。このため、主管庁の承認を得る際には注意が必要である。

- ・昼間信号灯は、従来と異なり、蓄電池を内蔵するものでなければならなくなった点に注意する必要がある。

2.21 船内通報装置と一般非常警報装置等との兼用及び接地に関する要件関連

改正の背景

(1) IMO 決議 A.686 (Code on alarms and indicators) 及び IMO 決議 A.830 (同コードの改正) によると、一定の条件を満たすことにより、船内通報装置、一般非常警報装置及び火災警報装置を兼用することができる。

一方、鋼船規則 H 編 2.2.8 では、重要な船内通信装置、信号装置及び航海装置は、なるべく独立した回路を持ち、その装置自体で完全に機能を保持できなければならない旨が規定されており、一般非常警報装置及び火災警報装置が信号装置に含まれることから、基本的にこれらの装置を兼用することが認められていない。

近年、船内通報装置と一般警報装置及び火災警報装置との兼用を希望する例が出てきており、これに対処するため、前述のコードの要件に適合するものについては兼用が認められるよう規定を改めた。

(2) 接地に関する一部の要件について IEC 規格との整合を図った。

改正の内容

鋼船規則検査要領 H 編 電気設備

H2 電気設備及びシステム設計

H2.1 一般

H2.1.4 接地

表 H2.1.4-1 を IEC 規格に合わせ改めた。

H2.2 システム設計— 一般

H2.2.8 通信装置及び航海装置回路

- 1. 安全設備規則において使用される用語との整合のため、「船内一斉指令装置」を「船内通報装置」に改めた。
- 2. 船内通報装置と一般非常警報装置又は火災警報装置とを兼用する場合の要件について、IMO 決議 A.686 及び A.830 を基に規定した。

- (1) 一般非常警報装置は船内通報装置よりも使用の優先度が上位なため、一般非常警報の割り込みを許可する設備として船内通報装置に入力される他のシステムをオーバーライドする装置を設ける必要がある。また、その割り込みが行われる際の拡声器の音量を最大とするために、音量調節機構を自動的にオーバーライドする装置を設ける必要がある。
- (2) ハウリング又は類似の妨害により動作を妨げられることがないように、これらの妨害から保護する必要がある。
- (3) 装置を兼用することにより、1 事故によって2つ以上の機能を同時に失うおそれがあるため、自動通報装置には次に掲げる措置が必要である。
 - (a) 分離された2つの増幅器を設けること。
 - (b) 公室、通路、階段及び制御場所については、乗組員に利用される機会が多いと考えられることから、これらの区画に敷設される船内通報装置用ケーブルを2経路とすること。なお、この規定により、これらの区画に設けられる拡声器についても2組とする必要がある。
 - (c) 複数の拡声器を1系統のケーブルにより接続する場合（渡り接続をする場合）、拡声器内における短絡等の故障により、接続されるすべての拡声器が使用できなくなるおそれがあるため、各拡声器には短絡保護装置を備えること。

2.22 SOLAS 条約 II-1 章改正関連

改正の背景

(1) 2000年12月5日に採択されたIMO決議MSC.99(73)により、SOLAS条約II-1章第43規則「貨物船の非常電源」の一部が改正され、タンカーの貨物油ポンプ室に非常灯の設置が要求されることとなったため、関連する規則を改めた。

(2) 非常電源からの給電が要求される負荷については、SOLAS条約II-1章第43規則に規定されており、このうち航海設備については同条約V章第12規則に規定されるものへの給電が要求されている。IMO決議MSC.99(73)により同条約V章の全面改正が行われ、従来の第12規則に規定される航海設備は第19及び20規則に移行されたため、参照される第12規則は新設された第19及び20規則に改められるべきと解釈し、関連する規則を改めた。

改正の概要

鋼船規則 H 編 電気設備

3 章 設備計画

3.2 主電源設備及び照明装置

3.2.3 照明装置

-3.(8) 非常灯の設置が要求される区画として、引火点が60℃(日本籍船については61℃)以下の液体貨物をばら積で運送するタンカーの貨物油ポンプ室及び危険化学品ばら積船の貨物ポンプ室を追加した。

3.3 非常電気設備

3.3.2 非常電源装置の容量及び給電時間

-2.(2) 前述のポンプ室に設置される非常照明装置に対する給電時間については、他の区画に要求される非常照明装置と同様に18時間とした。

-2.(4)(c) 非常電源からの給電が要求される負荷として、従来から要求されている航海設備に加え、SOLAS条約V章第19及び20規則により新たに規定された次の航海設備を追加した。

(1) 電子プロットング装置[EPA](SOLAS条約V章19.2.3.3規則)

(2) 自動物標追跡装置[ATA](同19.2.5.5規則)

(3) 衛星航法装置[GPS](同19.2.1.6規則)

(4) アクティブ方式レーダー反射器(同19.2.1.7規則)

(5) 船首方位伝達装置[THD](同19.2.3.5規則)

(6) 船舶自動識別装置[AIS](同19.2.4規則)

(7) 航海記録装置[VDR](同20.1規則)

(8) 電子海図情報表示装置[ECDIS](同19.2.1.4規則)

なお、SOLAS条約V章第19規則に規定される航海設備のうち、自動操舵装置(同19.2.8.2規則)についてはここでは規定しないこととした。この取扱いは、当該装置が操舵装置の制御系統に該当し、鋼船規則D編15.3.1-2.(1)(SOLAS条約II-1章29.8.1規則)において操舵装置の動力回路から給電するよう別途規定されていること、またSOLAS条約II-1章29.14規則により、舵頭材の径が230mm以上の操舵装置の場合は、代替動力源からの給電が要求されると同時にそれに付随する自動操舵装置へも代替動力源からの給電が要求されること、を考慮したためである。仮に自動操舵装置に対し、SOLAS条約V章第19規則に規定される航海機器であるという理由だけで非常電源からの給電を要求すれば、従来、動力回路への給電と同時に制御系統への給電が免除されている小型の操舵装置(舵頭材の径が230mm未満のもの)に対して、その制御系統にのみ非常電源からの給電を要求することになるため無意味である。

また、従来どおり、総トン数5,000トン未満の船舶に対しては、船籍国裁量によりこの規定の免除が可能である。

2.23 船尾管軸受の温度センサ関連

改正の背景

従来の鋼船規則検査要領では、下記の場合に対して船尾管軸受内部に温度センサを2個設置することが要求されていた。

- (1) プロペラ軸の予防保全管理方式 (PSCM) を採用する場合 (検査要領 B 編, B8.1.3)
- (2) 船尾管軸受の長さを規定値より短くする場合 (検査要領 D 編, D6.2.10)
- (3) 第 1C 種プロペラ軸を採用する場合 (検査要領 D 編, D6.2.11)

これは、故障時等に入渠して換装する必要がある従来の船外から取り付ける形式の温度センサを想定していたためである。しかしながら、近年、入渠することなくセンサを船内から取替えること可能な形式のものが登場してきたため、このような場合には、温度センサを1個とできるよう関連規定を改めた。

改正の内容

船尾管軸受内部に温度センサを2個設置することが要求される上記の各要件において、下記を満たすことを条件に温度センサを1個とすることができるように関連規定を改めた。

- (1) 温度センサの取替え要領を示す資料を提出し、これに従い実際に温度センサが取替え可能であることを確認する。
- (2) 予備の温度センサを備える。

1 温度センサの取替えに関する要領を示す資料

- (1) 温度センサの取替えに関する要領を示す資料の記載事項としては、
 - (a) 設置されている温度センサの取外し方法
 - (b) 予備センサの挿入方法
 - (c) 所定の位置まで予備センサが挿入されている事の確認方法
 - (d) 結線方法
 - (e) 校正 (抵抗値の確認), 絶縁抵抗の計測等を含む効力確認の方法
 - (f) 作業上の注意事項
 等が挙げられる。
- (2) 本資料は、取替え可能であることを確認に先立ち、NK本部へ承認図として提出する。一度承認を得たものについては、通常の手続きに従って提出を省略することができる。
- (3) なお、船尾管軸受等の図面には、「温度センサが”replaceable type”であること」及び「予備の温度センサを備える。」ことを明記する。
- (4) 本資料の写しを本船に保管する。

2 実際に温度センサが取替え可能であることの確認

実際に温度センサが取替え可能であることを確認する検査は、事前に承認された「温度センサの取替えに関する要領を示す資料」に従い、検査員立会の下に、プロペラ軸挿入後、アフロート状態で行う。

3 予備の温度センサ

予備の温度センサは、エレメント部及び所定の長さのケーブルを含む完備品とする。また、製造者の仕様に従い、エレメント先端の応答を速めるためのグリス等を含む。

日本籍船舶に対する航海設備の適用一覧(貨物船)

規則4編2章 条番号	総トン数										備考
	0～	50～	100～	150～	300～	500～	1,000～	3,000～	10,000～	50,000～	
2.1.1	標準磁気コンパス(「平水」で羅針儀を有する場合、「平水」で湖川港内のみを航行する場合、総トン数150トン未満又は国際航海に従事しない総トン数500トン未満で、標準コンパスと同様のジャイロ・レピータを有する場合は省略可。) (*「沿海」で、総トン数150トン未満又は国際航海に従事しない総トン数200トン未満で、おおむね前方180°の物標方位測定が可能な磁気コンパスを有する場合は省略可。)										
	操舵磁気コンパス(「平水」で羅針儀を有する場合、「平水」で湖川港内のみを航行する場合及び総トン数150トン未満で、操舵磁気コンパスと同様に使えるジャイロ・コンパス又はそのレピータを有する場合は省略可。)(*反映式の標準磁気コンパスを有する場合は省略可。)										
	予備の羅盆(「平水」で羅針儀を有する場合、「平水」で湖川港内のみを航行する場合、ジャイロ・コンパスを有する場合、「沿海」、かつ、(*)により磁気コンパスを省略していない場合及び標準磁気コンパスの羅盆及び操舵磁気コンパスの羅盆が互換性を有する場合は省略可。)										
2.1.2	ジャイロ・コンパス(「平水」の場合は船首方位伝達装置で代用可。)										
2.1.3	非常操舵場所のジャイロ・レピータ (「平水」の場合は省略可。当該装置用のコンセントがあり、かつ、非常操舵場所に速やかに持込める場合は常設の必要なし。)										
2.1.4	航海用レーダー(9GHz)										
	第2の航海用レーダー(3GHz。本会が適当と見とめる場合9GHz。)										
2.1.5					電子プロットング装置 (EPA)	自動物標追跡装置(ATA)	独立した2つの		自動物標追跡装置(ATA)及び 自動衝突予防援助装置(ARPA)		
2.1.6							自動物標追跡装置(ATA)				
2.1.7							(EPAに替えてATA又はARPAを、またATAに替えてARPAを設置しても差し支えない。)				
2.1.8	音響測深機(「平水」の場合は省略可。非国際総トン数500トン未満であって、魚群探知機等により継続的に水深測定可能な場合又は衛星航法装置を有する場合は省略可。)										
2.1.9	船速距離計(総トン数300トン未満又は非国際総トン数500トン未満の場合は、速力測定装置(「船底測程機器」又は「GPS受信機及び潮汐表」)で代用可。このうち、船速図及び潮汐表を有するもので、最大速力20kt以下である場合、瀬戸内のみを航行する(船級登録原簿に「n.se1」と記載)場合又は区域を限定して航行する(船級登録原簿に「n.se2」と記載)場合並びに「沿海」、かつ、搭載した航海用レーダーが附属書4-2.1.4を満たす場合又は20海里以遠の適当な陸地もしくは物標を表示できる場合であって、最大速力12kt以下である場合、海上交通安全法第2条に定める航路を含まない場合又は適当な対水速力計を有する場合は省略可。「平水」の場合は省略可。)									船速距離計 (前後及び左右方向の対地船速等を測定できるもの。省略の条件は同左。)	
2.1.10	舵角及びプロペラの回転速度を示す表示器等										強化 ^(注)
2.1.11	回頭角速度計										
2.1.12	衛星航法装置(「平水」、かつ、総トン数500トン未満の場合は省略可。)										
2.1.13	レーダー反射器 (総トン数20トン以上であって鋼船、アルミ船及びアルミ合金船の場合は省略可。)										
2.1.14	音響受信装置(船橋が全閉型の場合に必要。)										
2.1.15	船首方位伝達装置(THD) (航海用レーダー、ATA及びAISへ船首方位情報を提供するジャイロ・コンパスを有する場合は省略可。国際航海に従事しない船舶は船首方位を測定できる衛星航法装置で代用可。)										
2.1.16	船舶自動識別装置(AIS)(「平水」であって湖川内のみを航行するもので本会が認める場合並びに非国際総トン数500トン未満の場合は省略可。)										
2.1.17	航海情報記録装置(VDR)(非国際の場合は省略可。)										
2.1.18	船首方位制御方式又は航跡制御方式自動操舵装置										
2.1.19	ナブテックス受信機(定められた水域及びナブテックス水域で必要。区域を限定して航行する場合、「平水」の場合及び船舶設備規程第146条の10の2の水域を定める告示(平成4年運輸省告示第51号)で認める場合は省略可。非国際の場合は日本語ナブテックスで可。)										
2.1.20	高機能グループ呼出受信機(ナブテックス水域を超える場合に必要。「平水」の場合、区域を限定して航行する場合及び警島・父島・母島沿海区域内のみを航行する場合は省略可。)										
2.1.21	VHFデジタル選択呼出装置(「平水」の場合、区域を限定して航行する場合及び国土交通省船舶設備規程第311条の22によりVHF無線電話が不要である場合は省略可。)										
2.1.22	VHFデジタル選択呼出聴守装置(「平水」の場合、区域を限定して航行する場合及び国土交通省船舶設備規程第311条の22によりVHF無線電話が不要である場合は省略可。)										
2.1.23	MFで運用するデジタル選択呼出装置(「平水」又は「沿海」の場合並びにA1水域のみを航行する場合及び国土交通省船舶設備規程第311条の22によりMF無線電話が不要である場合は省略可。)										改正なし
	HFで運用するデジタル選択呼出装置(A3又はA4水域で必要。「平水」又は「沿海」の場合、インマルサット直接印刷電信又はインマルサット無線電話を備える場合並びに国土交通省船舶設備規程第311条の22によりHF無線電話が不要である場合は省略可。)										
2.1.24	MFで運用するデジタル選択呼出聴守装置(「平水」又は「沿海」の場合並びにA1水域のみを航行する場合及び国土交通省船舶設備規程第311条の22によりMF無線電話が不要である場合は省略可。)										
2.1.25	ナブテックス受信機、高機能グループ呼出受信機、VHFデジタル選択呼出装置、VHFデジタル選択呼出聴守装置、デジタル選択呼出装置、デジタル選択呼出聴守装置の保守及び船舶内において行う軽微な修理に必要な予備の部品、測定器具及び工具										
2.1.26	海図及び航海用刊行物(「平水」の場合は省略可。海図としてECDISを備える場合はバックアップ装置又は海図が必要。)										ECDIS追加
2.1.27	国際信号書(「平水」の場合は省略可。)										
2.1.28	国際信号旗(「平水」の場合は省略可。総トン数100トン未満の場合はNC2旗とする。信号符字を有する場合には符字に対する信号旗が必要。信号旗で行先表示義務の有る船舶に必要な信号旗を国際信号旗で兼用可。)										改正なし
2.1.29	昼間信号灯(「平水」及び非国際総トン数500トン未満の場合は省略可。)										強化 ^(注)
2.1.30	補助電源(「平水」及び「沿海」の場合は省略可。)										要領の一部追加
2.2.1	船橋と標準磁気コンパス設置区域間の通話装置(船橋との間で声による連絡が取れない場所に標準磁気コンパスがある場合に必要。)										
2.3	水先人用移乗設備(水先人を要招することがない場合及び非国際総トン数1,000トン未満の場合は省略可。)										改正なし
2.4.1	双眼鏡(「平水」の場合は省略可。)及び気圧計(「平水」及び「沿海」の場合は省略可。)										

(注)この場合の「強化」には、性能要件が強化されたものも含む。

直接強度計算ガイドライン(ばら積貨物船編)の概要

1. はじめに

NK では、合理的かつ透明性の高い実用的な強度評価手法の開発を目指し、荷重、構造応答、強度評価、腐食などの広範囲にわたる研究を実施している。これらの研究成果は総合的に取りまとめられ、「船体構造強度評価のための技術指針(1999)」及び「タンカーの構造強度に関するガイドライン(2001)」として公表された。

本年度はこれらに引き続き、「ばら積貨物船の構造強度に関するガイドライン」を開発した。ガイドラインは以下の3のガイドラインで構成されている。

- ・直接強度計算ガイドライン
- ・疲労強度評価ガイドライン
- ・縦曲げ最終強度評価ガイドライン

ここでは、直接強度計算ガイドラインの概要について、特に設計荷重を中心にそれらの技術的背景を概説すると共に、ガイドラインを用いた試計算により、ばら積貨物船に加わる荷重及び構造応答の特徴を考察する。

2. ばら積貨物船用の設計荷重について

2.1 設計海象

図1に示すケープサイズのばら積貨物船($L_{pp} \times B \times D \times d = 280\text{m} \times 45\text{m} \times 24\text{m} \times 18\text{m}$)を用いて、ばら積貨物船の構造強度に対して支配的と考えられる短期海象を検討した。短期海象の検討は、表1に示す条件で求めた応力の応答関数を用いて短期予測を行い、単位有義波高あたりの標準偏差が最大となる短期海象を絞り込むことにより行った。

応力の算出箇所はすべてのホールドにおいて図2に示す強度的に厳しいと考えられる部材を船舶の全長にわたり選出している。算出する応力成分は、板部材については船長方向、幅方向及び深さ方向の直応力並びにせん断応力の内、各検討対象部材の強度に支配的と考えられる応力成分を、面材については軸応力を選択した。

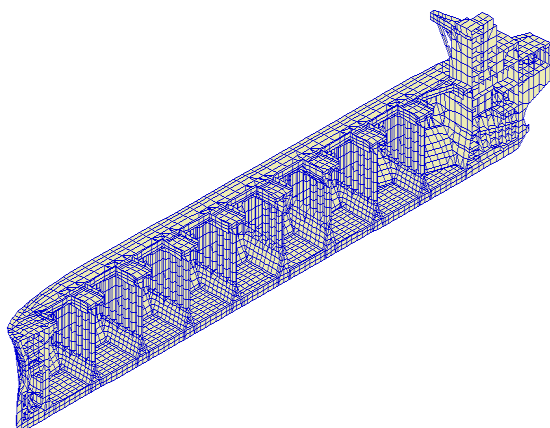


図1 解析に用いた全船 FEM モデル

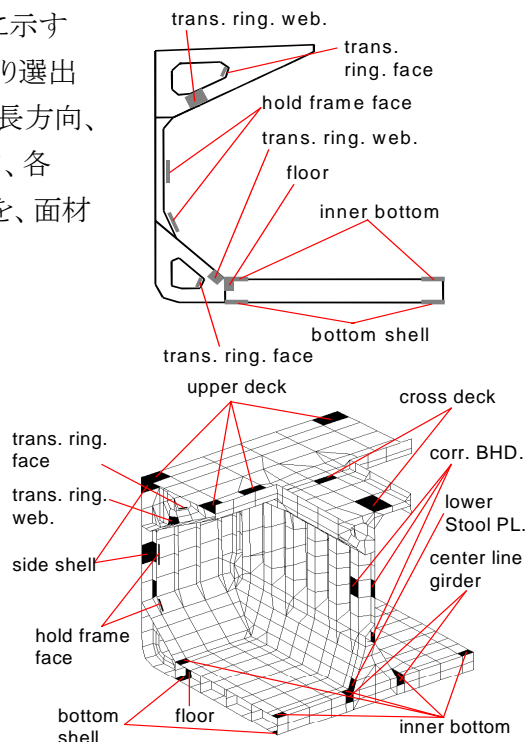


図2 応力を算出した対象部材

表1 解析条件

積付状態	Full Load Condition		Ballast Condition	
	Homo. Loading	Alternate Loading	Normal Ballast	Heavy Ballast
計算波高	H = 5.0 m			
計算波長	$\lambda/L_{pp} = 0.4, 0.6, 0.8, 1.0, 1.2, 1.4, 1.7, 2.0, 2.3$			
出会角	$\chi = 0^\circ, 30^\circ, 60^\circ, 90^\circ, 120^\circ, 150^\circ, 180^\circ, 210^\circ, 240^\circ, 270^\circ, 300^\circ, 330^\circ$			
短期予測	Wave spectrum: ISSC-1964; Directionality function: $\cos^2\theta$			
備考	喫水線近傍の波浪変動圧の波高に対する非線形性を考慮するため、荷重を離散化し波の1周期を12等分した時刻歴解析により応力の応答関数を求めた。			

隔倉積付状態を例にすべての応力成分に対して算出した支配的海象の分布を図3に示す。図中の数値は、単位有義波高あたりの標準偏差が最大となる平均波周期(T_v)と出会角(χ)が一致する検討対象箇所の合計数であり、数値が大きいほど、その平均波周期及び出会角が構造強度に対して支配的ということになる。これらの結果より、検討対象箇所の部材に対して積付状態毎に定まる設計海象は、タンカーと同様、ある特定の少数の短期海象で代表できることが確認できる。

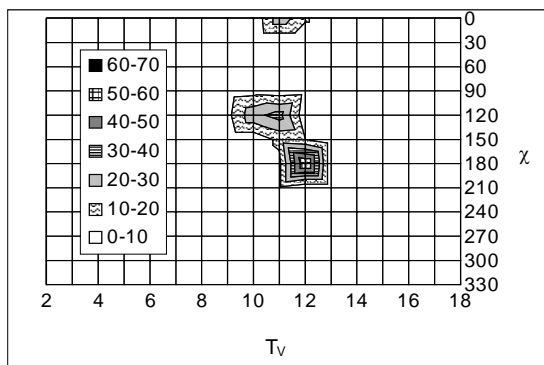


図3 応力の短期予測から求めた支配的海象(隔倉積付状態)

さらに、図3に示す応力レベルで絞り込んだ構造強度に支配的な短期海象と代表的な荷重成分(船体運動、加速度、波浪変動圧、波浪断面力など)を対応付けることにより、ばら積貨物船の主要構造部材の応力に支配的な最小限の荷重成分を特定した。これらの検討をすべての積付状態及び応力成分毎に実施し、最終的にばら積貨物船に対してもタンカーと同様の以下の①～④の荷重成分を構造強度に対して支配的な荷重成分として絞り込んだ。

- ① 縦曲げモーメント(向波)
- ② 縦曲げモーメント(追波)
- ③ ロール
- ④ 喫水線における波浪変動圧

以上の検討から、タンカーと同様に①～④の支配的荷重成分に対して設定される短期海象を設計海象として提案した。ここで、設計海象は船体の主要構造部材に対して応力の長期予測値(超過確率 $Q=10^{-8}$, all headings)と等価な応答値を生じさせる短期海象として定義される。

- ① による短期海象:設計海象 L-180
- ② による短期海象:設計海象 L-0

③ による短期海象:設計海象 R

④ による短期海象:設計海象 P

ここで、設計海象 L-180 は縦曲げモーメントに加えピッチ及びヒーブの連成による上下方向加速度並びに左右対称分布の波浪変動圧がほぼ最大となる短期海象である。設計海象 L-0 は設計海象 L-180 とほぼ同様であるが、上下方向加速度が最小となると共に波浪変動圧の船長方向変化が少ない短期海象である。設計海象 R はロールによる左右方向加速度及び左右逆対称分布の波浪変動圧がほぼ最大となる短期海象である。設計海象 P は波上側の喫水線における波浪変動圧及びヒーブによる上下方向加速度がほぼ最大となる短期海象である。

2.2 設計荷重

前 2.1 の検討により、現実には船舶が遭遇する海象と構造強度に対して支配的と考えられる短期海象(設計海象)を関係付けることが可能となり、合理的設計及び安全運航に結びつくと期待される。

一方、設計海象下において船体構造強度を検討するためには、予め応力の応答関数を求めた上で波スペクトルを用いて短期予測を実施するか、不規則波中のシミュレーションを実施する必要があるが、設計上の観点からは未だ非現実的である。

そこで、位相が明確で比較的取り扱いの容易な規則波を用いて、設計海象下で発生する不規則波中の応答値と等価な応答値を発生させる規則波を設計規則波として提案した。さらに、設計規則波中において船体構造に加わる荷重を設計荷重として提案した。これらの設計海象、設計規則波及び設計荷重は、シリーズ計算によるパラメトリックな検討により、すべて簡易算式として提案している。これらの簡易算式は基本的にはタンカー編と同様の算式である。但し、ばら積貨物船特有の荷重である粒状貨物荷重については、別途検討を行い粒状貨物荷重の推定式を開発している。これについては、次章3で解説する。

4 種類的设计波条件(L-180、L-0、R、P)毎に、提案した簡易算式により求まる変動荷重を隔倉積付状態について図4に例示する。

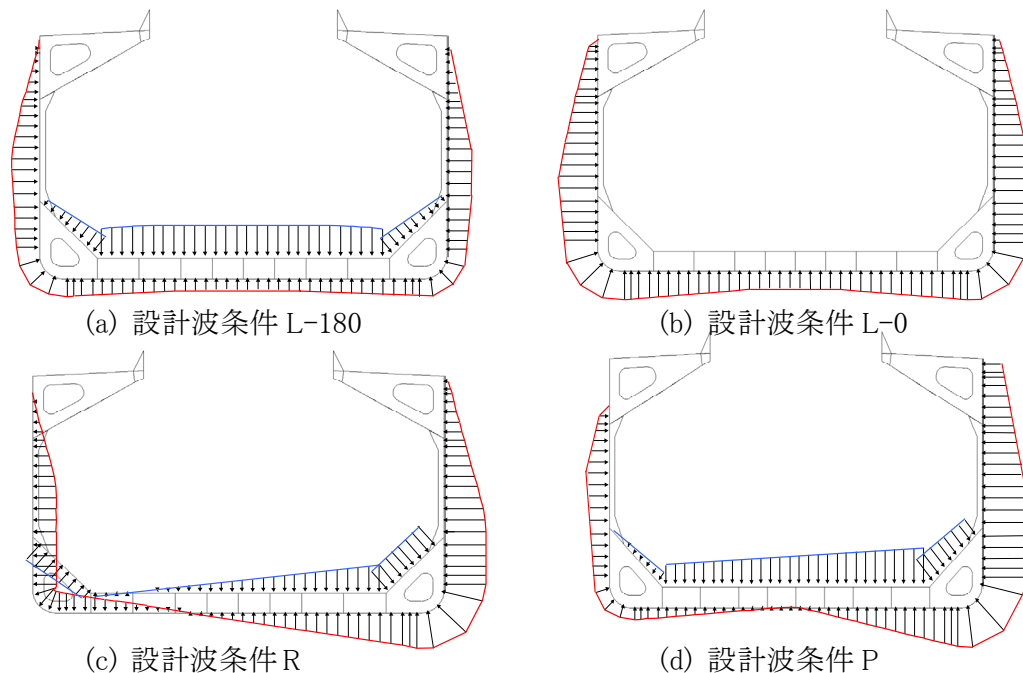


図4 各設計波条件毎の変動荷重分布

3. 粒状貨物荷重の推定式について

ばら積貨物船の構造強度を正確に評価するためには、倉内荷重として加わる粒状貨物荷重の推

定精度向上が不可欠である。しかしながら、粒状貨物はバラストなどの液体やコンテナなどの固体とは異なり、粒状貨物内部に働く圧力や粒状貨物が船体構造に与える圧力は複雑な分布となる。さらに、閉囲された貨物倉に積載され、船体が不規則に運動すると共に弾性変形するような場合はなおさらである。

そこで、海上技術安全研究所と共同で船倉模型による粒状貨物荷重の計測実験を行ない、実験結果に基づき粒状貨物の静的および変動圧力を与える推定式を開発した。

3.1 実験の概要

標準的なケープサイズばら積貨物船の約 1/20 縮尺の船倉模型を製作した。模型は図 5 に示すビルジホッパー斜板角度を 45 度、60 度、75 度および 90 度に変えた模型で、すべての模型の計測用側壁と反対側の側壁は底板に対して 90 度に統一した。実施した実験は下記のとおりである。

- ・静的圧力計測実験：各模型に水道水及び乾燥砂を積載して、静的圧力によって生じるパネルの歪応答を計測した。
- ・水平動揺実験：水平動揺試験装置を使用して水平動揺実験を行った。水平動揺は振幅 ± 70 mm、周波数 0.6~0.7 Hz で加振した。
- ・静的傾斜実験：クレーンで模型端部を吊り上げ、模型を水平→+15 度→水平→-15 度→水平（計測は 5 度刻み）を 3 回繰り返して、静的傾斜実験を行った。

圧力計測点は図 5 の●印の位置とし、予め水道水に対する曲げ歪と圧力の相関を求めた上で、乾燥砂の曲げ歪応答を圧力に換算した。実験は乾燥砂を満載した条件と 60%まで積載した条件の 2 通りで行った。実験に使用した乾燥砂の性状は別途試験を行い、平均粒径 $d=0.38\text{mm}$ 、安息角 $\phi_0=33$ 度、真比重 $\gamma_{s0}=2.67$ 、嵩比重 $\gamma_s=1.47$ 、間隙比 $e=0.816$ 、粘着力 $c=33.7\text{gf/cm}^2$ 、内部摩擦角 $\phi_i=41.3$ 度、塗装鋼板との壁面摩擦角 $\phi_w=30.0$ 度を得た。

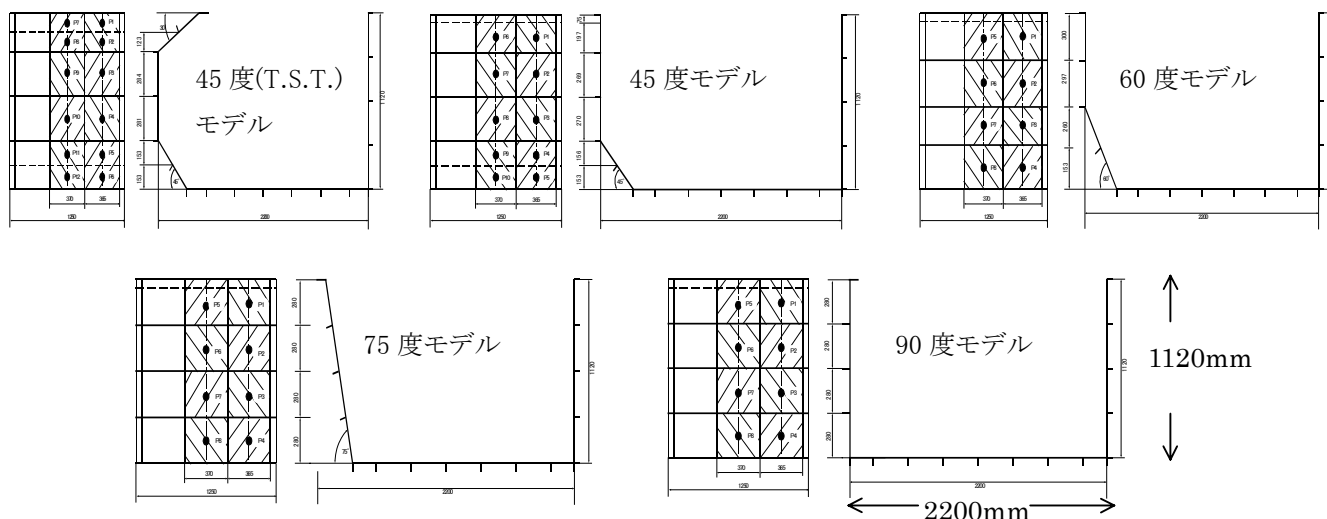


図 5 実験に用いた船倉模型

3.2 静的圧力の推定式

静的圧力の推定式を開発するに当たって、静止土圧係数 K_0 を算定する必要がある。静止土圧係数 K_0 の代表的なものに Jaky の式 ($K_0=1-\sin \phi$) と Rankine の式 ($K_0=\tan^2(45-0.5 \phi)$) (ここで、 ϕ は安息

角)があるが、この K_0 を用いて任意の斜板角度をパラメータとする見かけの静止土圧係数を計算した。この見かけの静止土圧係数と実験結果の比較を図6に示す。図中の●印は60%積載、◆は満載条件の実験結果である。図6より、傾斜角 60° に対する実験値にばらつきが見られるものの、全体的には○印の線で示した見かけの静止土圧係数が実験結果と比較的相関が良い。これより、静止土圧係数 K_0 にはJakyの式を採用することとし、この算式をベースに静的圧力の推定式を開発した。なお、参考までに現行規則の見かけの土圧係数を×印で示す。

さらに、粒状貨物の場合、一般に底板の圧力は ρgh とはならず、貨物荷重の一部は側壁面の摩擦で受け持たれる。この側壁面の摩擦の影響を考慮するために、図7(a)、(b)に示す強度検討用の荷姿により圧力を算出する推定法を提案した。

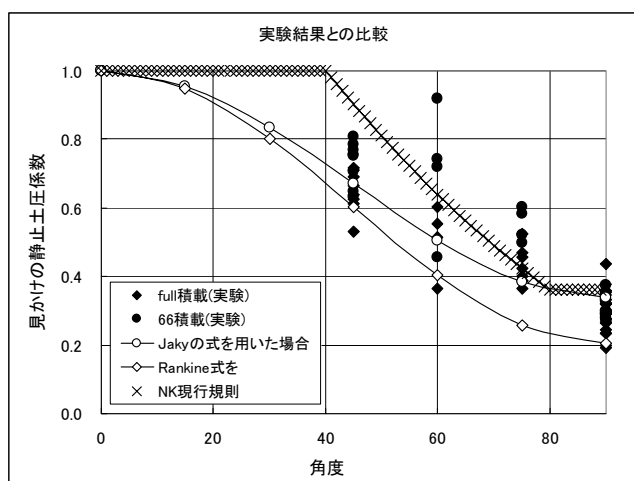


図6 実験結果と見かけの静止土圧係数の比較

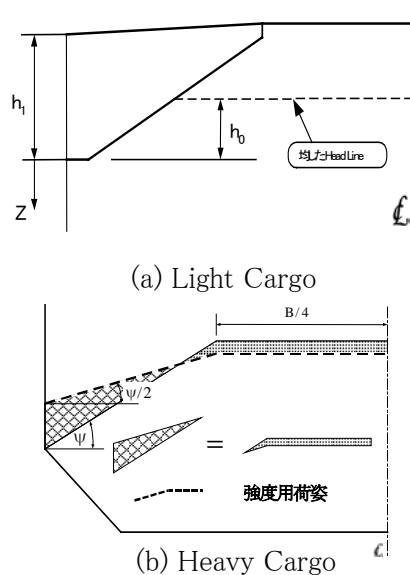


図7 強度検討用の荷姿

3.3 変動圧力の推定式

構造強度に対して支配的な粒状貨物の変動圧力成分として、上下方向加速度による変動圧力とロールによる変動圧力を考慮した。

上下方向加速度により生じる粒状貨物の変動圧力は、過去に行われた実船計測結果などを参考に推定式を提案した。一方、ロールにより生じる粒状貨物の変動圧力は、タンカーに対して提案されている液体による傾斜静水圧の推定法を粒状貨物にも流用した。ここで、液体と粒状貨物との差異については修正係数を導入し、この係数は静的傾斜実験の結果に基づき設定した。

4. ばら積貨物船の腐食控除量について

腐食量は、ばら積貨物船における数十万点の板厚計測記録から同定した腐食進行の確率モデルから各構造部材の船の一生(通常 20 年)における腐食量を推定し、当該構造部材が曝される腐食環境を整理し、腐食環境毎に評価することにより設定した。

腐食量の推定は DWT が 50,000 トン未満の船舶と DWT が 50,000 トン以上の船舶に分けて実施した。倉内構造部材はエポキシ系塗料が施されたものを解析対象とした。腐食控除量を算定するにあたり、まず、船齢 20 年時における 75% 累積確率値に対応する腐食量を構造部材毎に求めた。次に構造部材毎の腐食量を、構造部材が曝される環境: バラスト水環境、倉内環境(積載貨物の影響)、大気環境、海水環境などの環境、構造部材の位置、高温になる箇所と常温な箇所、荷役による影響の有無などの要因を考慮して分析・整理することにより、各環境下における腐食量を求めた。この結果を、各構造部材の腐食控除量として設定した。この腐食控除量は、図 8 に示すように図面寸法における船体中央断面係数の 90%、即ち、船体縦曲げ強度における衰耗限度と合致する腐食量を与えるものである。従って、主用構造部材のネット寸法における強度評価には、この腐食控除量を採用した。

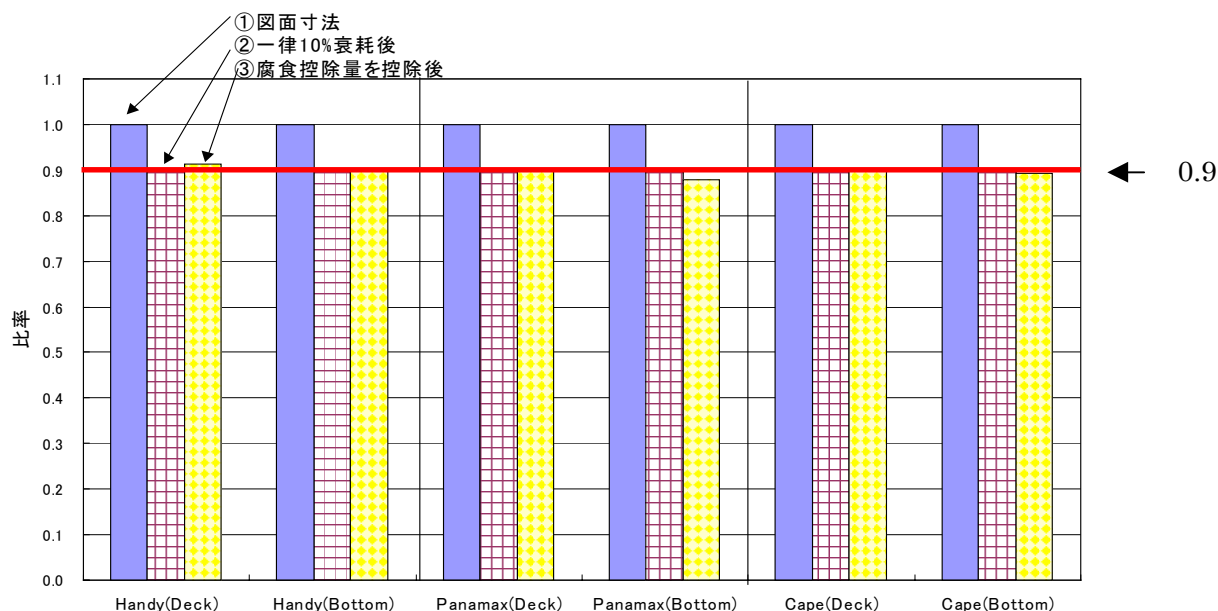


図 8 腐食控除量と船体縦曲げ強度における衰耗限度との関係

なお、腐食控除量は積載貨物の違いからハンディサイズとそれ以上の大きさのばら積貨物船で分けることができるが、最近のハンディサイズのばら積貨物船は 50,000DWT 以上のものもあることから、本ガイドラインでは DWT による分類ではなく、船の長さ(200m 以上か未満か)による分類とした。

5. ばら積貨物船の構造応答特性について

ガイドラインを用いた試計算により、ばら積貨物船に加わる荷重及び構造応答の特徴を検討したので、得られた知見の一部を紹介する。

5.1 主要構造部材に対して支配的な荷重条件

図 4 で示した 4 種類の設計条件に示される設計規則波毎に構造解析を実施し、ばら積貨物船の

主要構造を構成する各部材に対して最大の応力を発生させる設計波条件を検討した。最も強度的に厳しいとされる満載隔倉積付で高密度貨物積載の条件に対する結果を図9に示す。図9より、二重底フロアでは主として縦波の向波(L-180)及び追波(L-0)が支配的となるが、空倉側では船側に行くにつれて横波の波浪変動圧最大波(P)が支配的となる。また、ビルジホップタンクまわりは横波の波浪変動圧最大波(P)が支配的である。満載状態の場合、積載貨物が粒状貨物であること、および、縦通隔壁付横桁部材のように船幅方向の変動圧力が強度上支配的となる部材が少ないことから、ロール最大波(R)はほとんど支配的条件とはならない。ただし、バラスト状態では、ロール最大波(R)が強度的に支配的となる場合がある。

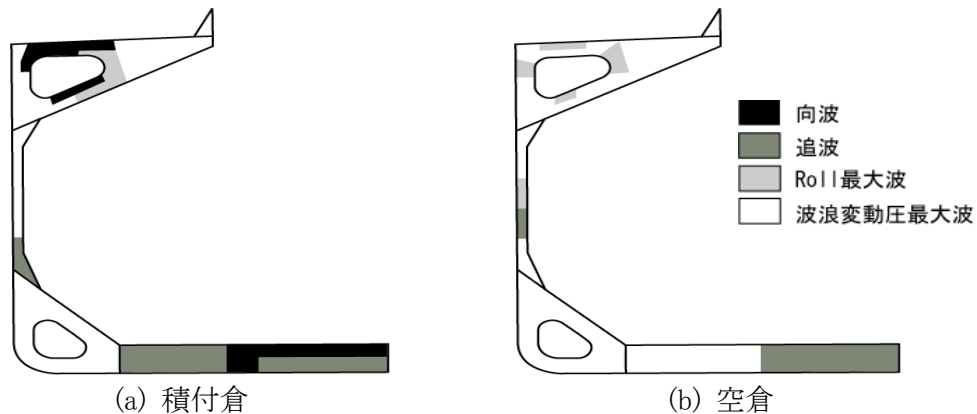


図9 主要構造部材に支配的な設計波条件

5.2 ホールドフレームの構造応答特性

ばら積貨物船においては主に腐食が原因でホールドフレームが損傷、浸水に至る事故が報告されている。これを受け、ホールドフレームの構造応答特性について調査を行った。

図9より、隔倉積付状態におけるホールドフレームの強度に関しては、積付倉と空倉で、またホールドフレームの深さ方向位置に応じて異なった設計波条件が支配的となっている。この中でも、ホールドフレームに最大応力が生じるのは、積付倉では波浪変動圧最大波(P)であり、空倉側では追波(L-0)となる。この時のホールドフレームフェイスの応力分布を図10に示す。図10より、最大応力が生じる箇所は積付倉ではホールド中央、スパン中央部が、空倉ではホールド中央、スパン平行部の下部となる。これらの箇所の応力が最大となるのは、当該部で船側水圧による曲げモーメントとビルジホップの回転によって生じる曲げモーメントが重なり合うためである。

次に、下記の4通りの積付状態で構造解析を行い、ホールドフレームの応力を比較した。

ケース1: 隔倉積付状態(高密度貨物積載)

ケース2: 隔倉積付状態(低密度貨物積載)

ケース3: 均等積付状態(高密度貨物積載)

ケース4: 均等積付状態(低密度貨物積載)

ここで、低密度貨物とは、貨物の積付高さが上甲板まで達するような比較的密度の小さい貨物を、高密度貨物とは、鉄鉱石のように積付高さが低く、船側外板にまで貨物圧がかからないような密度の大きい貨物を示す。

図11は、すべてのケースの中でホールドフレームの応力が最大となるケース1の積付倉中央のホールドフレームの応力値を基準として、他のケースにおいてホールドフレームに生じる応力値の比率を示したものである。図11より、積付倉のホールドフレームに対して最も厳しい条件はケース1であるが、次に厳し

い条件は、ケース 3→2→4 の順となる。これは、積付倉に低密度貨物を積載する場合には、船側水圧を打消す方向に貨物圧が働くためである。空倉のホールドフレームに対しては、船側に貨物圧が働かないケース 1、2、3 が同程度に厳しく、唯一船側に貨物圧が働くケース 4 が低い応力状態となっている。また、積付倉と空倉のホールドフレームを比較すると、ケース 2 を除き、積付倉のホールドフレームの方が厳しい状態となっている。なお、均等積付状態であるケース 3 と 4 において、積付倉と空倉のホールドフレームの応力が異なるのは、両者の寸法が異なる(空倉のホールドフレームの方が断面係数が大きい)ためである。

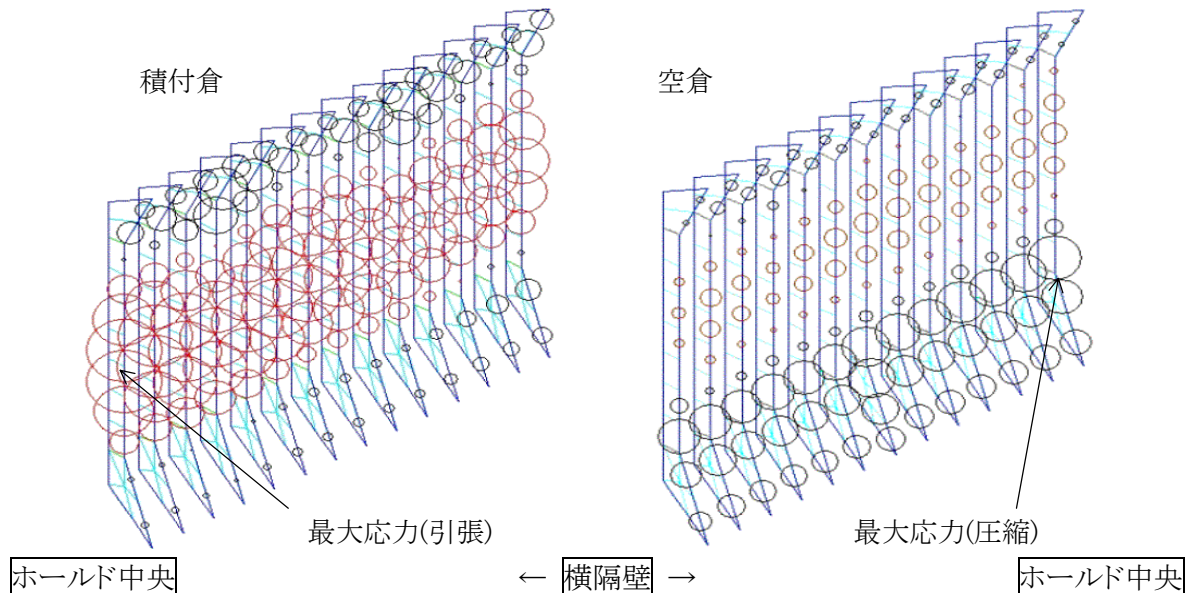


図 10 ホールドフレームフェイスの軸応力分布

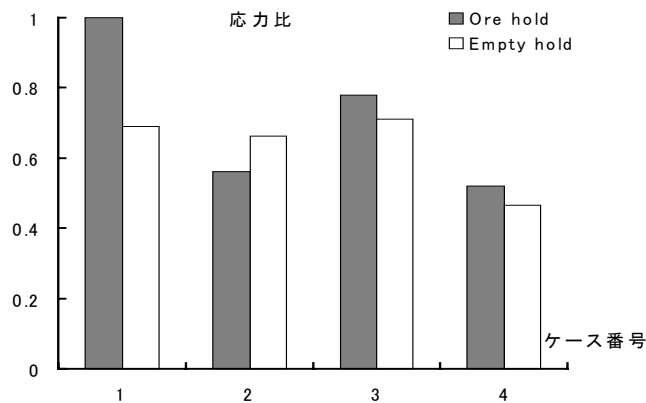


図 11 積付状態毎のホールドフレームの応力比

以上の検討より、ホールドフレームに関しては、積付状態(隔倉積付と均等積付)の違いよりも貨物密度(高密度貨物と低密度貨物)の違いの方が強度的に大きな影響を及ぼすことが分かる。但し、二重底強度に関しては、二重底に直接加わる上下方向の内外圧差が強度に支配的であるため、貨物密度の違いよりも積付状態の違いの方が影響が大きい。

なお、本検討結果は代表的なパナマックスサイズのばら積貨船に対して行ったものであり、あくまで検討対象船に限っての結果であることにご留意願いたい。

6. まとめ

荷重から強度評価までの広範囲な研究を行い、得られた研究成果を活用し、「ばら積貨物船の構造強度に関するガイドライン」を開発した。

このガイドラインを船体構造の設計で用いることにより、応力の応答関数を求めるための膨大な構造解析やストリップ法等の直接荷重解析を実施することなく、それらを実施して得られる応力の長期予測値と等価な応力を与える設計荷重を簡便に設定することが可能となる。さらに、同時に見直した腐食控除量、強度評価基準と併せ、より合理的な構造強度評価が可能となると考える。

また、本ガイドラインで提案した強度評価手法は、ばら積貨物船特有の貨物である粒状貨物荷重の推定法などを一部追加しているものの、基本的にタンカーに対して提案したのと同じである。このことは、本ガイドラインが、構造様式や積付状態が異なるタンカー及びばら積貨物船に対して普遍的に適用できることを意味し、船体形状が大きく異なる限り、新型式の船舶の開発やダブルハルバルクキャリアなど実績の少ない船舶の強度評価に対しても活用できるものと期待される。

疲労強度評価ガイドライン(ばら積貨物船編)の概要

1. はじめに

NK では、船体構造の実用的な疲労強度評価手法として、昨年度公表した疲労強度評価ガイドライン(タンカー編)に引き続き、ばら積貨物船の大骨(倉内肋骨を含む)に対する評価として疲労強度評価ガイドライン(ばら積貨物船編)を開発した。本ガイドラインの内容は、基本的にはタンカー編と同様であるが、一部で見直しを行った。ここでは、タンカー編からの変更点を示すこととする。

2. タンカー編からの主な変更点

疲労強度評価ガイドライン(タンカー編)からの主な変更点を下記に示す。

- (1) これまでの損傷発生個所を参考にばら積貨物船用に疲労強度評価対象部材を選定した。
主な対象部材は、以下のとおりである。
 - (a) 内底板と下部スツール斜板・桁板・肋板との交差部
 - (b) 内底板とビルジホップ斜板・桁板・肋板との交差部
 - (c) 倉内肋骨上・下端部とトップサイド斜板/ビルジホップ斜板との交差部
 - (d) 横隔壁とビルジホップ斜板/トップサイド斜板との交差部
 - (e) 横隔壁と上・下スツール斜板との交差部
- (2) 設計荷重を「直接強度計算ガイドライン」と同様にばら積貨物船用の荷重に置き換えた。
- (3) 累積疲労被害度を算定するに当たって、各積付状態に対する運航頻度を考慮すると共に、就航路並びに運航頻度についての実状を参考にし、ばら積貨物船用に累積疲労被害度補正係数を見直した。
- (4) 「附録:詳細構造例」に記述する詳細構造例を、ばら積貨物船の構造個所に置き換えた。
ここでは(3)のばら積貨物船用の累積疲労被害度補正係数について以下に解説する。

3. ばら積貨物船の累積疲労被害度補正係数

3.1 大きさによる分類

ばら積貨物船の就航路或いは積付状態は、主として積載される積荷の種類に大きく依存すると考えられる。積載される積荷の種類は、船の大きさによりある程度想定することが可能である。また、積荷の種類により、想定される標準的な就航路もある程度限定して考える事ができる。

以上のような事由から、ばら積貨物船をその大きさについて、表 1 に示すように分類する。

表 1 ばら積貨物船の分類

分類	定義
Category I	船の長さ 200m 未満
Category II	船の長さ 200m 以上

3.2 積付状態と頻度

疲労強度は構造的平均応力の影響を強く受けるため、疲労強度評価において、構造的平均応力を評価するために、就航する積付状態の頻度について考慮する必要がある。ばら積貨物船における代表的な積載貨物の種類とその積付状態及びそのような積付状態で就航する標準的な頻度について、実状を調査した結果、表 2 のように設定することとした。従って、累積疲労被害度の積算に当たっては、表 2 に想定した代表的積付状態に対する積付頻度を考慮して行う。

表 2 ばら積貨物船の積付状態と積付頻度

船の分類	積付状態	積載貨物	積付頻度	バラスト状態	頻度
Category I	Homogeneous Loading	雑穀	30 %	Normal Ballast	20%
		石炭	30 %		
	Alternate Loading	鉄鉱石	10 %	Heavy Ballast	10%
Category II	Homogeneous Loading	石炭	25 %	Normal Ballast	25%
	Alternate Loading	鉄鉱石	25 %	Heavy Ballast	25%

3.3 標準航路

累積疲労被害度の積算に当っては、継続的な応力変動による疲労被害度の累積が必要であり、このためには、就航するであろう海域を想定し、そのような海域における波浪環境での応力変動を考慮する必要がある。

タンカーの場合には積荷の種類が限定され、多くのタンカーは日本-ペルシャ湾航路に就航しているが、標準的な就航路をヨーロッパ-ペルシャ湾として安全側に設定した。ばら積貨物船の場合においても、積荷の種類及びその産地等により多様性はあるが、表 2 に示す船の大きさ、積付状態及び積載貨物の種類を考慮して、図 1 及び表 3 のような標準航路を想定した。

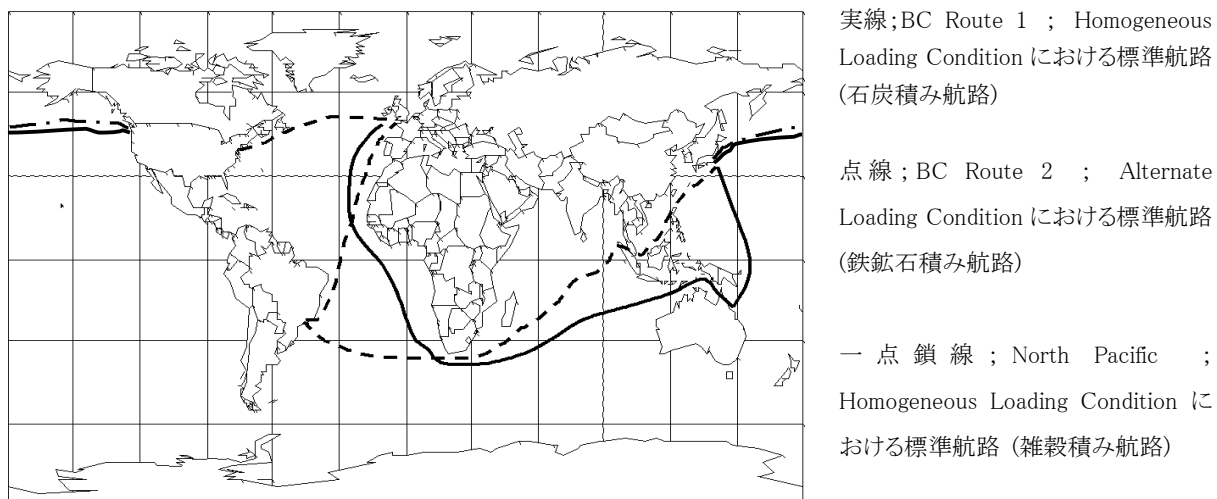


図 1 ばら積貨物船の想定標準航路

表 3 ばら積貨物船の想定標準航路

分類	貨物積付状態	積荷種類	想定標準航路	バラスト状態	想定標準航路
Category I	Homogeneous Loading	雑穀	North Pacific	Normal Ballast	BC Route 1 & 2
		石炭	BC Route 1		
	Alternate Loading	鉄鉱石	BC Route 2	Heavy Ballast	BC Route 1 & 2
Category II	Homogeneous Loading	石炭	BC Route 1	Normal Ballast	BC Route 1 & 2
	Alternate Loading	鉄鉱石	BC Route 2	Heavy Ballast	BC Route 1 & 2

3.4 ばら積貨物船の累積疲労被害度補正係数

ガイドラインで規定する設計荷重は、IACS 提案の北大西洋通年の修正長期波浪頻度表に基づく

推定結果が基礎となっている。この波浪頻度表は、最大荷重を評価するために提案されたもので、疲労強度をこの波浪頻度表に基づき評価することは、累積被害度を過大評価(疲労寿命を過小評価)し実際的でない。

そこで、タンカーと同様に、疲労強度評価を行う際に実情に沿った評価が行えるようにするために、ばら積貨物船の積荷の種類及び積付状態に対し想定した標準航路の海象における応答値と IACS 提案の海象における応答値の比率及び異なる応力頻度分布形に基づく疲労被害度の算定に対する補正から補正係数を求めた。その結果を表 4 に示す。

表 4 ばら積貨物船の疲労強度補正係数

Loading Condition		Kind of Bulk Carrier	
		$L < 200m$	$L > 200m$
Full Load Condition	Homogeneous	0.75	0.60
	Alternate	0.45	
Ballast Condition	Normal	0.70	
	Heavy	0.95	0.65

4. 試適用例

ケーブサイズのばら積貨物船のビルジホップ斜板と内底板の取合い部と下部スツール斜板と内底板との取合い部の評価結果を表 5 に示す。なお、表中“X”は、損傷を意味する。また、“Total”欄に示す累積疲労被害度が、許容値 0.6 を超える場合は、疲労強度上問題があると判断されることになる。

表 5 試適用結果

			10 ⁸ 回における累積疲労被害度				Total
			Heavy Ballast	Normal Ballast	Homogeneous	Alternate	
A	Stool	X Deep Tank	3.24	0.70	0.71	0.00	0.75
		Ore Hold	0.31	0.41	0.47	0.87	0.29
	Bilge	X Deep Tank	1.30	1.73	4.74	2.83	1.54
		Ore Hold	0.00	0.00	0.06	2.30	0.27
B	Stool	Deep Tank	3.12	0.01	0.38	0.00	0.57
		Ore Hold	0.00	0.00	0.08	0.97	0.12
	Bilge	Deep Tank	0.50	0.35	0.88	0.09	0.29
		Ore Hold	0.25	0.18	0.35	0.55	0.19

Deep Tank における下部スツールと内底板の取合い部は、ヘビーバラスト状態における平均応力が高く、比較的高い累積疲労被害度となっている。一方、ビルジホップ斜板と内底板との取合い部は、損傷のあった A 船は、応力集中係数が高い値となっているため、累積疲労被害度が高くなったものである。いずれにせよ、損傷箇所の累積疲労被害度は許容値 0.6 を上回っており、非損傷箇所の累積疲労被害度は、許容値 0.6 を下回っている結果となり、損傷との対応も取れていると考えられる。

縦曲げ最終強度評価ガイドライン(ばら積貨物船編)の概要

1. はじめに

本ガイドラインは、昨年公表した縦曲げ最終強度評価ガイドライン(タンカー編)と同様に、ばら積貨物船の折損事故を防止することを目的として、100年に1度遭遇するような過酷な海象下においても必要な縦強度を有することを確認するためのものである。本ガイドラインの開発に当たっては、タンカー編と同様に船体に過大な縦曲げモーメントが加わった時の横断面を構成する各部材の座屈～塑性崩壊～剛性低下を考慮できる逐次崩壊解析コード(Hullst)を用いてシリーズ計算を行い、この計算結果に基づいて縦曲げ最終強度の簡易計算法を開発した。

2. ばら積貨物船の縦曲げ崩壊挙動

サイズの異なる6隻のばら積貨物船について船体横断面の逐次崩壊解析のシリーズ計算を実施した。この計算により、以下に示すばら積貨物船の逐次崩壊挙動に関する知見を得た。

2.1 ホギング状態の逐次崩壊挙動

ホギング側では、曲げの引張側となる上甲板のハッチエンド近傍に初期降伏が発生する。座屈より先に上甲板で降伏が発生するのは、初期の中性軸位置が船底側によっているためである。その後、船底外板の座屈崩壊が始まり、上甲板側では降伏範囲が広がっていく。さらに、内底板の座屈崩壊が始まるが、この時点で横断面が最終強度に達する。

Failure path(Hogging)(図1(a))

上甲板(降伏) → 船底外板(座屈) → 内底板(座屈)

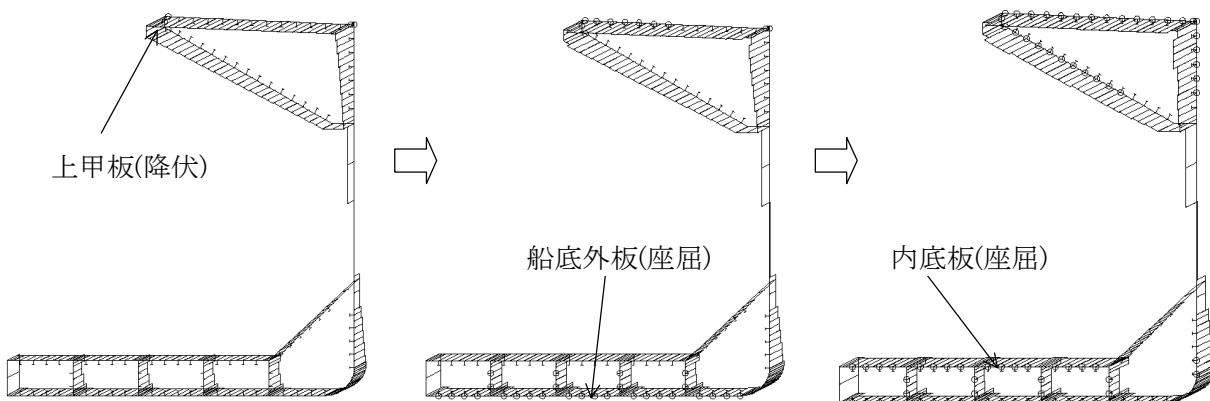


図1(a) Hogging 状態の逐次崩壊挙動

2.2 サギング状態の逐次崩壊挙動

サギング状態では、先ず曲げの圧縮側となる上甲板のハッチエンド近傍に座屈崩壊が発生する。これは、キャンバー高さの分だけ中性軸から遠いためである。その後、上甲板及びトップサイドタンク斜板に座屈崩壊が拡大し、上甲板全域が座屈崩壊した時点で、横断面は最終強度に達する。ばら積貨物船の場合にはトップサイドタンク斜板を有することから、タンカーとは異なる崩壊挙動を示すことが予想されたが、実際には当該部材は横断面の崩壊に大きくは寄与していないと推定される。

Failure path(Sagging) (図1(b))

上甲板(座屈) → T.S.T.斜板(座屈) → 上甲板全体(座屈)

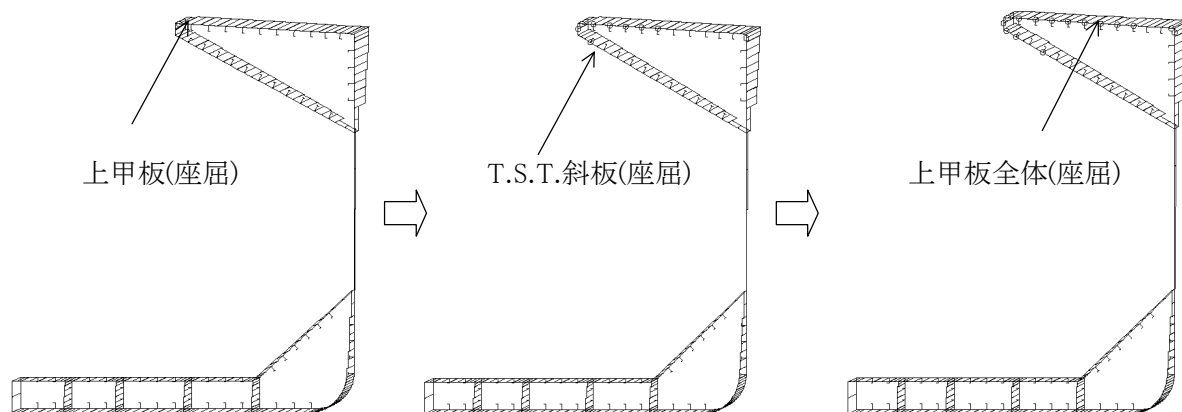


図1(b) Sagging 状態の逐次崩壊挙動

3. 最終強度評価のための簡易計算法

前2.での検討結果より、ばら積貨物船の逐次崩壊挙動は、タンカーの場合とほぼ同様の傾向を示した。よって、ばら積貨物船に対しても、タンカー用に開発した縦曲げ最終強度の簡易計算法(要素分割法及び算式法)をそのまま流用できると考える。これより、基本的な強度評価算式はタンカー編で示したものと同様である。但し、算式法におけるホギング状態の最終強度の推定に関しては精度向上に向け一部算式の見直しを行っている。

4. 逐次崩壊解析法と簡易計算法の比較

サイズの異なる6隻のバルクキャリアに対する逐次崩壊解析法による最終強度を基準とし、2つの簡易計算法により得られる最終強度との比率を表1に示す。表1より、要素分割法および算式法ともに逐次崩壊解析法の結果と良い相関を示している。

表1 逐次崩壊解析法と簡易計算法の比較

	要素分割法		算式法	
	Hog.	Sag.	Hog.	Sag.
Cape-1	0.98	0.96	0.96	0.96
Cape-2	0.99	1.00	1.00	1.03
Panamax-1	0.99	1.01	0.95	1.03
Panamax-2	1.00	1.00	0.97	1.02
Handy-1	1.06	0.99	0.97	1.01
Handy-2	1.01	1.03	1.02	1.04

縦通肋骨疲労強度基準について

1 はじめに

シングルハルトンカーの船側縦通肋骨における疲労損傷に対応するべく、疲労強度を考慮した船側縦通肋骨の算式が、MARPOL 条約の改正によりタンカーの二重船殻化に伴う要件とともに、1993年に制定された。以降ダブルハルトンカーの船側縦通肋骨に疲労強度算式が適用されたこと並びに船側タンクのバラスト専用化から、船側縦通肋骨の疲労損傷は報告されていない。

一方、船体関係技術基準の開発に関する総合プロジェクト研究の一環として、荷重推定精度の向上及び実用的な荷重設定法の開発とともに、積み付け状態による構造的な平均応力が疲労強度へ及ぼす影響を考慮できる評価手法が開発された。これらの研究成果として、タンカーの主要構造部材に対する実用的強度評価手法、大骨に対する疲労強度評価手法及び船体縦曲げ最終強度の評価手法をまとめた「タンカーの構造強度に関するガイドライン」を2001年11月に公開し、さらに、今般「ばら積貨物船の構造強度に関するガイドライン」を公開する運びとなった。

これら主要構造部材を対象としたガイドラインとは別に、縦通肋骨などの小骨部材については、より、汎用的、かつ、簡易に評価を行う必要がある。

今般、主として、タンカーやばら積貨物船のように比較的Cbの大きい船舶で低速の船舶であって、船の長さが150m以上の船舶の、Ordinary Trans.を貫通する船側縦通肋骨だけでなく、船底縦通肋骨、内底縦通肋骨、縦通隔壁付防撓材、甲板縦通梁（以下、「縦通防撓材」という。）の疲労強度を、上記疲労強度評価ガイドラインに示す手法を簡易化し、市販の表計算ソフトを用いて直接累積疲労被害度を算定することにより評価できるようにした。これらの内容を、現在タンカーに適用されているある疲労強度算式に代え、検査要領の附属書として制定することとしている。

以下に、縦通肋骨疲労強度評価基準のうち、Ordinary Trans.を貫通する縦通防撓材の疲労強度評価の概要を紹介する。

2 縦通防撓材の疲労強度評価手法の概要

2.1 評価対象

評価対象は、船側外板、船底外板、内底板、縦通隔壁、上甲板、トップサイドタンク斜板、ビルジホッパータンク斜板等に取付けられる縦通防撓材と横桁部材、肋板又は隔壁の貫通部とする。なお、隔壁等の貫通部については、直接強度計算により求められる相対変位による付加応力を考慮する必要がある。

2.2 評価手順

ホットスポット応力基準のS-N線図に基づき、ホットスポット変動応力の長期分布に対する累積疲労被害度の評価値と許容疲労被害度の比較による判定により疲労強度評価を行う。船舶の積み付け状態としては、満載状態とバラスト状態の2状態が同じ頻度であると仮定し、 10^8 回の応力変動の繰返しによる疲労被害度の累積値を評価することにより行う。なお、ばら積貨物船では、バラスト状態は、ノーマルバラストとヘビーバラストの2状態があり、それぞれの状態での応力評価及び頻度を評価する必要があるが、本要領では、簡易に計算するため、満載状態とノーマルバ

ラスト状態の2状態についてのみ計算し、バラスト状態が2状態ある影響については、その平均的影響を補正係数により加味することとしている。

主要な手順は以下のとおりである。

- (1) 応力の評価は、縦通防撓材を横桁において固定された両端固定梁と仮定したときの端部に生じる公称応力に、端部支持方法に応じた応力集中係数及び断面形状の違いによる応力割増係数や疲労強度低下を考慮した係数を乗じた応力を、評価応力とする。
- (2) 静水中における応力（構造的平均応力）を梁理論により算定する。
- (3) 設計荷重下（縦波状態（向波及び追波）、横波状態（横揺れ最大及び波浪変動圧最大））における変動応力範囲を梁理論により算定し、波浪変動外力による応力、船体動揺によるタンク内液体等の荷重による応力並びに波浪縦曲げ及び水平曲げによる応力の同時性を考慮し、最大となる条件を選択する。
- (4) 上記(2)及び(3)の結果から、満載状態及びバラスト状態のそれぞれの状態で等価応力範囲を算定する。
- (5) 変動応力の長期分布を指数分布とし、満載状態及びバラスト状態のそれぞれの状態について累積疲労被害度を求め、両者を足し合わせ、 10^8 回の応力変動の繰返しに対する疲労被害度の累積値を求める。
- (6) 算定された累積疲労被害度に、航路影響や積み付け頻度などの影響を考慮した補正係数を乗じ、許容値との比較により判定する。

3 応力評価及び疲労被害度の算定

3.1 静圧による応力

静圧による応力は、縦通防撓材の断面係数 $Z(\text{cm}^3)$ 、静圧 (P_{SE} 又は P_{SI}) (kN/mm^2)、縦通防撓材間の心距 $S(\text{m})$ 、防撓材のスパン $l(\text{m})$ 並びに応力集中係数 (C_c) 及び腐食の影響を考慮した係数 ($C_{cor}=0.93$) により次のようになる。

$$\sigma_{PS} = \sigma_{SE} + \sigma_{SI} = -\frac{1000}{12ZC_{cor}} C_c P_{SE} S l^2 + \text{sgn} \frac{1000}{12ZC_{cor}} C_c P_{SI} S l^2 \quad (\text{MPa}) \quad (1)$$

なお、sgn は、正負を示す記号で、縦通防撓材が、評価対象タンク内にある場合を正とし、評価対象タンク外にある場合を負とする。また、応力集中係数は、現行鋼船規則検査要領にあるものと同一とし、腐食の影響を考慮した係数は、腐食予備厚の半分が減少したときの断面係数減少率の平均値として、0.93 としている。

3.2 波浪荷重による応力並びにタンク内液体又は貨物による変動荷重による応力

波浪荷重による応力並びにタンク内液体又は貨物による変動荷重による応力は、(1)式の静圧にかえて、波浪変動荷重並びにタンク内液体又は貨物による変動荷重を用いて応力を算定する。なお、この変動荷重は、縦曲げモーメントが最大となる設計条件（向波状態 L-180）、縦曲げモーメントが最大で、波浪変動圧と相殺し合う変動内圧が最小となる設計条件（追波状態 L-0）、横揺れが最大となる設計条件（横波状態）及び喫水線位置における波浪変動圧が最大となる設計条件（横波状態）の4つの条件ごとに求める。具体的には、「タンカーの構造強度に関するガイドライン」及び「ばら積貨物船の構造強度に関するガイドライン」を参照されたい。

3.3 静水中及び波浪中縦曲げモーメント並びに波浪中水平曲げモーメントによる応力

静水中縦曲げモーメントによる応力は、静水中縦曲げモーメント (M_s)、船体横断面における水平中性軸周りの断面係数(Z_v)、基線から水平中性軸までの鉛直距離 (f)と縦通防撓材がある位置から水平中性軸までの鉛直距離 (z_p)、応力集中係数($C_a=1.25$)及び腐食の影響を考慮した係数 ($C_z=0.95$)により次のようになる。

$$\sigma = 1000C_a \frac{M_s z_p}{Z_v C_z f} \quad (MPa) \quad (2)$$

ここで、応力集中係数 C_a は、1.25 とし、腐食を考慮した係数は、0.95 (船体横断面の衰耗限度が元の断面係数の 90%であることから、平均的な衰耗した状態を想定) とする。

波浪中縦曲げモーメントによる応力は、鋼船規則に規定するホギング及びサギングの絶対値を加えた値の 1/2 の値を(2)式の M_s の代わりに代入して算定する。

波浪中水平曲げモーメントによる応力 (σ_h) は、次式のとおりとする。

$$\sigma_h = 1000C_a \frac{0.32C_1 C_3 L^2 d_i y_p \sqrt{(L-35)/L}}{Z_H C_z B} \quad (MPa)$$

ここで、 Z_H は、船体横断面の垂直中性軸に関する断面係数、 y_p は、船体中心線から縦通防撓材のある位置までの水平距離、 L は、船の長さ、 B は、船の幅、 d_i は、各積み付け状態における中央部喫水、 C_1 は、鋼船規則 15.2.1 に規定する値、 C_3 は、船長方向の分布に関する係数で、評価対象位置が、船尾から $0.35L$ と $0.65L$ の間の場合、1 とし、船尾及び船首のとき 0 とする。

なお、縦曲げモーメントによる応力及び水曲げモーメントによる応力は、自乗和の平方根をとることとする。

3.4 応力の組み合わせ

上記 3.2 及び 3.3 により算定される応力のうち変動応力の組み合わせには、直接強度計算の結果を参考に下表のとおりとする。

設計条件		波浪変動圧による応力	タンク内加速度による応力	ハルゲージモーメントによる応力
L-180	満載状態	-0.5	-1	1
	バラスト状態	0.8	-0.8	1
L-0	満載状態	1	-	1
	バラスト状態	1	-	1
R	満載状態	1	1	-
	バラスト状態	1	1	-
P	満載状態	1 ^{*1}	1 ^{*1}	0.4
	バラスト状態	1 ^{*1}	1 ^{*2}	0.8

(備考)

*1 波浪変動圧による応力とタンク内加速度による応力の 0.7 倍をした応力の和が波浪変動圧による応力の 0.7 倍より小さい場合、波浪変動圧による応力とタンク内加速度による応力の和は、波浪変動圧の 0.7 倍とする。

*2 波浪変動圧による応力とタンク内加速度による応力の 0.7 倍をした応力の和が波浪変動圧による応力の 0.8 倍より小さい場合、波浪変動圧による応力とタンク内加速度による応力の和は、波浪変動圧の 0.8 倍とする。

3.5 疲労被害度の算定

静圧による応力及び静水中曲げモーメントによる応力を平均応力とし、平均応力及び残留応力を考慮した等価応力変動幅を次式により算定する。

$$\Delta\sigma_{eq1} = \Delta\sigma_1^{0.6485} \left(350 - 0.48\Delta\sigma^* + \frac{\Delta\sigma_1}{2} \right)^{0.3515}$$

$$\Delta\sigma_{eq2} = \begin{cases} = \Delta\sigma_2^{0.6485} \left(350 - 0.48\Delta\sigma^* - (\sigma_{m1} - \sigma_{m2}) + \frac{\Delta\sigma_2}{2} \right)^{0.3515} & ; 700 - \Delta\sigma^* > \sigma_{m1} - \sigma_{m2} \\ = \Delta\sigma_2^{0.6485} \left(-(350 - 0.48\Delta\sigma^*) + \frac{\Delta\sigma_2}{2} \right)^{0.3515} & ; 700 - \Delta\sigma^* \leq \sigma_{m1} - \sigma_{m2} \end{cases}$$

σ_{m1} ; 「状態1」における平均応力(MPa)

σ_{m2} ; 「状態2」での平均応力(MPa)

$\Delta\sigma^*$; 「状態1」における 10^{-5} 超過確率レベルの応力変動幅(MPa) σ^*

$\Delta\sigma_i$; 各状態における応力変動幅(MPa)

なお、ここで、状態1とは、平均応力が引張側に厳しい状態をいい、状態2とは、状態1でない状態をいう。この応力を用い次式により疲労被害度を算定する。

$$D = D_1 + D_2$$

$$D_k = \sum_i \frac{n_i}{N_i} = \sum_i \frac{n_i}{C} \Delta\sigma_{eqi}^m$$

D_1 ; 「状態1」での累積疲労被害度

D_2 ; 「状態2」での累積疲労被害度

3.6 累積疲労被害度の評価

算定された累積疲労被害度は、許容疲労被害度との比較により判定される。ここで、許容疲労被害度は、シングルハルタンカーの船側縦通肋骨の損傷・非損傷の実績から疲労損傷時の評価累積疲労被害度の分布を求め、97%残存確率に対応する値(=0.6)としている。なお、応力推定に用いた設計荷重は、IACSの推奨する北大西洋の長期波浪頻度表をベースとしているため、多くの船舶が一般に就航する海域の波浪条件よりは厳しいものとなる。そこで、船種や船の大きさに応じた標準的な航路や積み付け頻度、積荷の種類などを考慮した補正係数を計算された累積疲労被害度に乗じ、実際の船舶が遭遇する海象条件や、積み付け、積荷の平均的な影響を考慮した疲労被害度が許容疲労被害度より小さいことを確認することとする。即ち、

$$\eta_v \cdot D \leq 0.6$$

船の種類		縦通防撓材のある箇所	η_v
タンカー		船側及び船底	0.5
		上記以外	0.4
バルクキャリア	Lが200m以上	船側及び船底	0.55
		上記以外	0.45
	Lが200m未満	本会が適当と認める値とする。	

4 評価基準の検証

4.1 詳細計算との比較

喫水線より下方にある船側縦通肋骨の疲労被害度について、疲労強度評価ガイドラインに示す手法（図中の詳細計算）に基づき算定したものと、評価基準（表計算ソフトによる簡易計算方法）による算定したものを図 4.1.1 に示す。なお、疲労被害度の値は損傷発見時における値である。

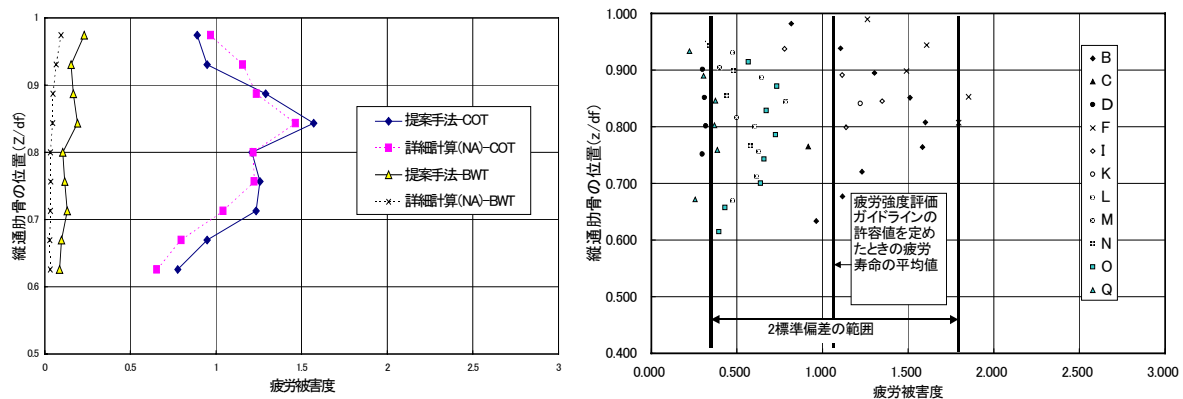


図 4.1.1 詳細計算と評価基準による計算結果の比較

図 4.1.1 から、簡易計算手法においても精度良く疲労被害度が推定でき、かつ、損傷時における疲労被害度の分布もほぼ問題ないといえる。

4.2 評価基準の特徴

シングルハルトタンカーの船側縦通肋骨の損傷は、貨物油タンクの満載喫水線下方近傍に多く発生しているが、バラストタンクでは殆ど発生していない。以下に、その原因について解説する。満載状態及びバラスト状態における貨物油タンク内の船側縦通肋骨は、図 4.2.1 の実線で示すような静圧及び破線で示すような静的応力（平均応力）が作用している。

満載状態における内外圧差により、船側縦通肋骨の横桁位置における応力は引張応力となる。

一方、バラスト状態では、バラスト喫水下方の内外圧差により、船側縦通肋骨の横桁位置における応力は、圧縮応力となる。平均応力（静的荷重による応力）が引張り側に厳しい場合、即ち、満載状態の応力が状態 1 の応力となる。

また、バラストタンク内の船側縦通肋骨は、図 4.2.2 の実線で示すような静圧及び破線で示す静的応力(平均応力)が作用している。

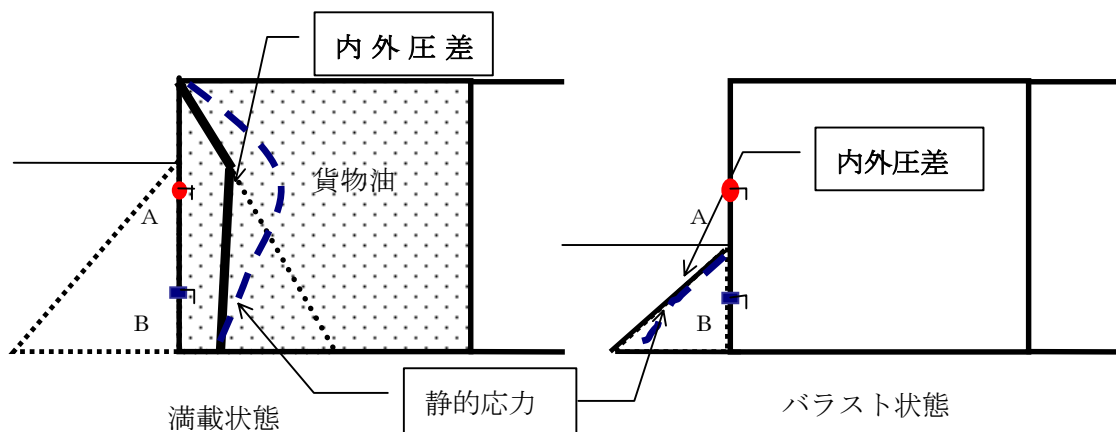


図 4.2.1 貨物油タンクの平均応力状態

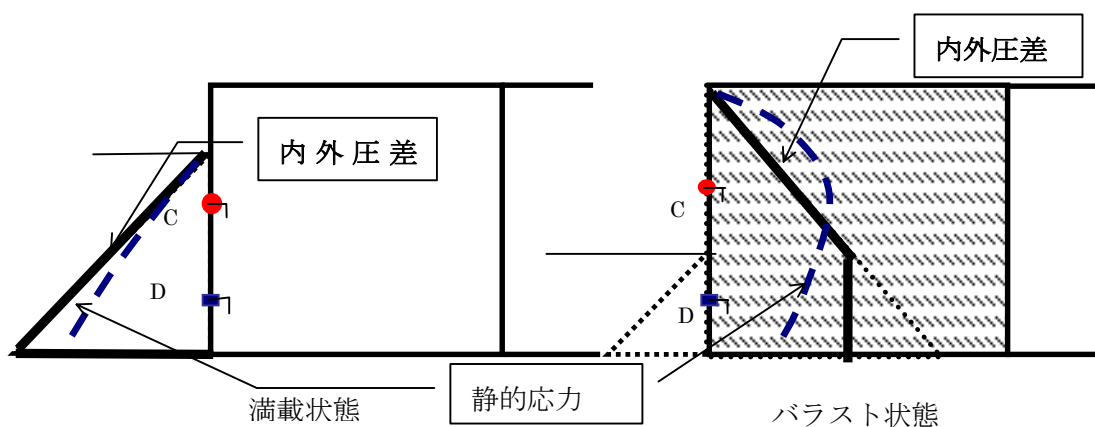


図 4.2.2 バラストタンクの平均応力状態

満載状態において、バラストタンクは空載のため、外圧のみ作用し、船側縦通肋骨の横桁位置における応力は、圧縮応力となる。一方、バラスト状態においては、内圧の方が外圧より大きく、船側縦通肋骨の横桁位置における応力は引張応力となり、バラストタンクでは、バラスト状態が状態 1 となる。

満載喫水線近傍及びバラスト喫水線近傍の船側縦通肋骨の疲労強度を検討する場合、支配的な変動荷重は、波浪変動圧最大となる条件における荷重となる。貨物タンクの満載喫水線近傍の船側縦通肋骨を A、バラスト喫水線近傍の船側縦通肋骨を B とし、バラストタンクの満載喫水線近傍の船側縦通肋骨を C、バラスト喫水線近傍の船側縦通肋骨を D とし、それぞれ波浪変動圧が作用した場合の平均応力、波浪変動圧による変動応力を比較した結果を下表に示す。

		満載状態		バラスト状態		
船側縦通肋骨の位置		平均応力	変動応力	平均応力	変動応力	疲労被害度の大きさ
貨物油タンク	A	引張 中	大	0	中*	①
	B	引張 小	小	圧縮	中**	②
バラストタンク	C	圧縮	大	引張 中	中*	③
	D	圧縮	小	引張 中	中**	②

(備考)

網掛け部は、3.5 でいう「状態 1」を示す。

- * : 波浪変動圧は小さいが、縦通肋骨の寸法が小さいために、波浪変動応力は比較的大きい。
 ** : 波浪変動圧が大きい、縦通肋骨の寸法も大きい、波浪変動応力は比較的小さい。

この表に示す疲労被害度の大きさから、貨物油タンクの満載喫水近傍の船側縦通肋骨に損傷が多く、バラスタンクの船側縦通肋骨の損傷が少ないことが理解できる。

4.3 ダブルハルトンカーの縦通肋骨及び縦通防撓材の疲労被害度

現行鋼船規則検査要領の規定を満足するダブルハルトンカーの船側縦通肋骨、船底縦通肋骨、縦通梁、縦通隔壁付き防撓材及び内底縦通肋骨の累積疲労被害度を計算した結果を図 4.3.1 に示す。図中、横軸は縦通防撓材の位置で、横軸の値が $-2 \sim -1.2$ は、内底縦通肋骨、 $-1.2 \sim -0.3$ は、縦通隔壁付防撓材、 $-0.3 \sim 0$ は、甲板縦通梁、 $0 \sim 1$ は、船側縦通肋骨、 $1 \sim 2$ は、船底縦通肋骨をそれぞれ表す。また、疲労被害度の許容値 0.6 を太線で示す。

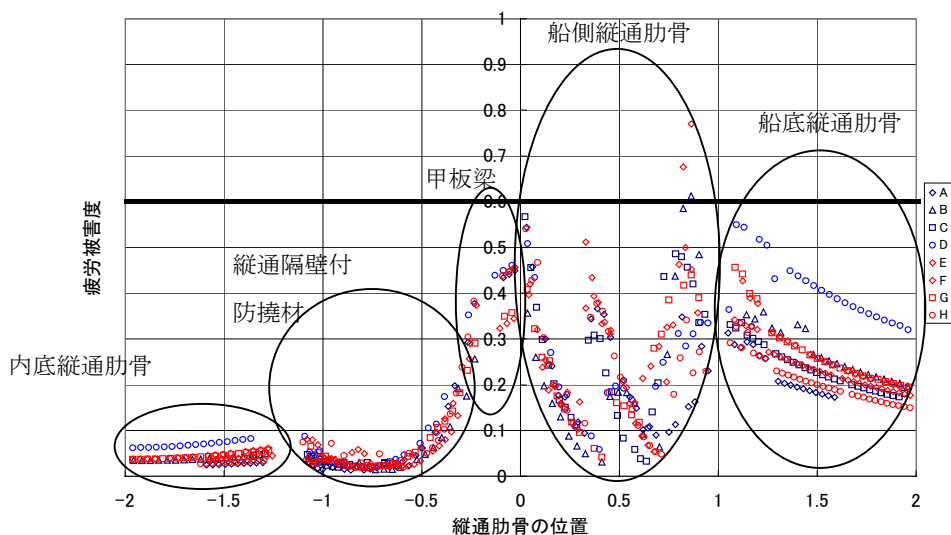


図 4.3.1 ダブルハルトンカーの縦通防撓材の累積疲労被害度

この結果

- (1) 船側縦通肋骨の疲労被害度は、縦曲げ、満載状態及びバラスタンク状態における波浪変動圧の影響により、上甲板近傍、満載喫水線直上及びバラスタンク喫水線下方の 3 箇所ピークが存在するが、殆どが許容値以下となる。この原因として、
- ① 満載喫水線近傍下方及びバラスタンク喫水線近傍の船側縦通肋骨は、現行鋼船規則検査要領 C29.5.1 の規定により、寸法が増されているため、波浪変動圧による変動応力が小さい。
 - ② 船側タンクをバラスタンクとした二重船側構造のため、満載状態の静圧により横桁貫通部における船側縦通肋骨は圧縮応力となるため、満載状態における疲労被害度がかなり小さくなる。
- が考えられる。なお、現行鋼船規則検査要領の規定により船側縦通肋骨の寸法が増されていない満載喫水線直上及び甲板直下の疲労被害度が比較的高くなるので、注意を要する。
- (2) 船底縦通肋骨の累積疲労被害度は、ビルジホップ部で高く、二重底部は、水平曲げの影響により船体中央部ほど低くなる傾向になる。これは、ビルジホップ部の船底縦通肋骨は防撓材に支持されていると見做せないため、鋼船規則検査要領表 C29.5.1-1 に示す船側横桁を貫通する場合の応力集中係数、即ち、二重底部の船底縦通肋骨に用いた応力集中係数より大きい

値を用いたためである。

- (3) 甲板縦通梁、縦通隔壁付き防撓材及び内底縦通肋骨の疲労被害度は、いずれも許容値以下である。

また、縦通防撓材の形式や横倒れの影響は同一とし、降伏ベースの要求値とし、二重底内の縦通肋骨のように有効な防撓材で支持されている縦通防撓材に対するスパン修正をダブルハルタンカーの縦通防撓材に適用した場合を仮定し、疲労強度を計算した結果、二重底部すべての縦通肋骨の疲労被害度は許容値を下回るが、ビルジホッパー部船側縦通肋骨及びビルジホッパー部船底縦通肋骨の疲労被害度は、降伏強度を満足していても、疲労被害度の許容値を上回るケースが見受けられる。

4.4 バルクキャリアの船側縦通肋骨、船底縦通肋骨、内底縦通肋骨及び斜板付き縦通材

バルクキャリアのビルジホッパータンク内の船側縦通肋骨及び船底縦通肋骨及び二重底内船底縦通肋骨には、疲労損傷が報告されている。そこで、19隻のバルクキャリアの船側縦通肋骨、船底縦通肋骨、内底縦通肋骨及び斜板付き縦通材の20年における累積疲労被害度を計算した。

なお、バルクキャリアは、Cape size, Panamax size, Handy size と3つに大別できるが、疲労強度評価ガイドライン(案)では、それらを船の長さが200m以上と200mの2つに分類している。また、積付け頻度は、満載状態において均等積付けみや隔倉積付け、バラスト状態において、ノーマルバラスト状態とヘビーバラスト状態があるが、積付け頻度及び標準航路等を考慮した重み係数と累積被害度補正係数を平均化した補正係数（Lが200m以上の船舶の船側及び船底縦通肋骨に対し、0.60及びLが200m以上の船舶の船側及び船底縦通肋骨以外の縦通防撓材に対し、0.50）を用い、ノーマルバラスト状態と満載積み付け状態で簡易に計算できるようにした。ただし、Lが200m未満の船舶については、非損傷にもかかわらず疲労強度上問題となる評価（安全側の評価）となるため、補正係数は、船の長さが200m以上、即ち、Panamax Bulker及びCape Size bulkerに対するものを示した。

その結果を図4.4.1に、船型別（Cape size bulker及びPanamax Bulker）の疲労被害度を図4.4.2に示す。図中、横軸は、防撓材の位置で、損傷箇所は大きい記号で示す。

これらの図から、

- (1) 縦通防撓材の疲労損傷は、ビルジホッパータンク内に限定されている。特に船側縦通肋骨については、バラスト喫水時の波浪変動圧の影響により疲労被害度が高くなり、許容値を大きく上回っており、疲労損傷と対応する結果となっている。
- (2) バルクキャリアの大きさに係らず、ビルジホッパー部船側縦通肋骨及び船底縦通肋骨の疲労被害度が許容値を上回る結果となる。この結果は、Panamaxバルカー及びCape sizeバルカーにおける損傷と良く一致している。船側縦通肋骨においては、バラスト喫水下方に生じる波浪変動圧の影響により、疲労被害度が大きくなり、船底縦通肋骨においては、応力集中係数の違いにより疲労被害度が大きくなっている。
- (3) Panamaxバルカーでは、トップサイドタンクにおける船側縦通肋骨或いは二重船側部における船側縦通肋骨の疲労被害度が許容値を上回る場合がある。
- (4) 船底縦通肋骨の疲労被害度について、使用材料の種類、形鋼別の疲労被害度を調査した結果、IA型鋼（L2型を含む）は二重底部であっても許容値を若干上回る傾向がある。

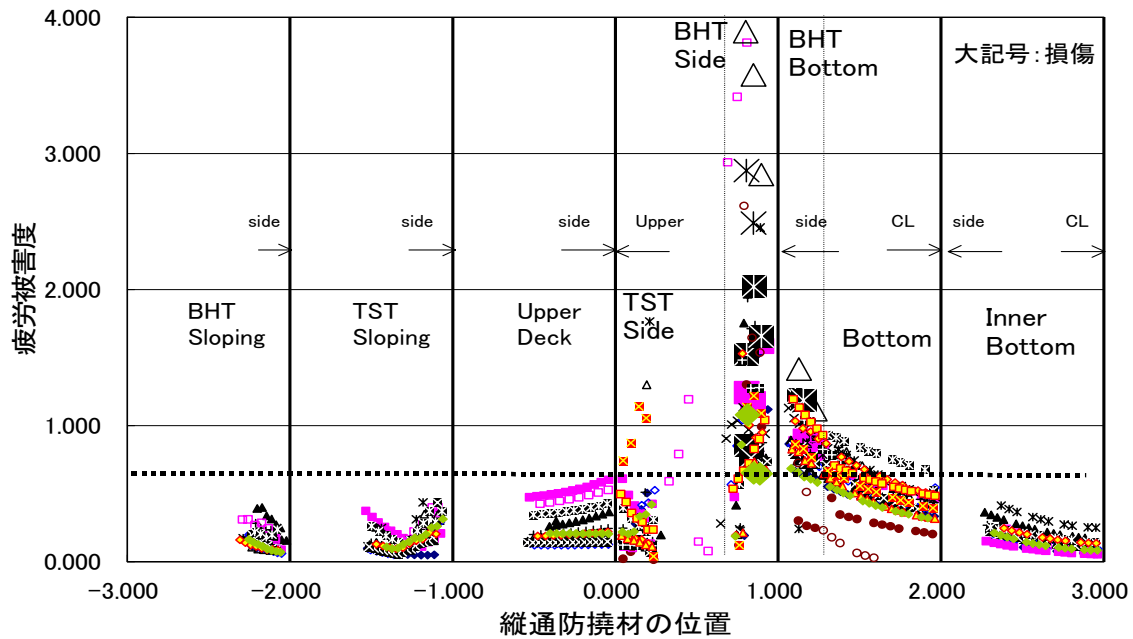


図 4.4.1 バルクキャリアの縦通防撓材の疲労被害度

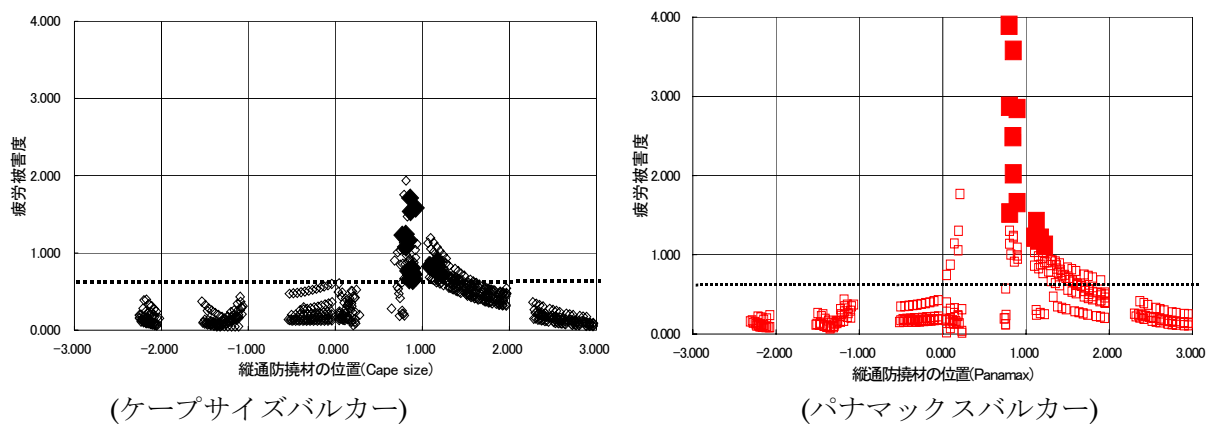


図 4.4.2 船型別の縦通防撓材の累積疲労被害度

5 まとめ

- (1) 疲労強度評価ガイドラインに基づき Ordinary Trans を貫通する縦通防撓材に適用させた評価基準は、縦通防撓材の疲労損傷を説明できる手法であり、また、波浪変動圧の影響が強い船側部だけでなく、船底、縦通隔壁等の縦通防撓材にも箇所にも適用可能なものである。
- (2) ダブルハルタンカーの縦通防撓材については、満載喫水線近傍において、降伏ベースの強度算式を満足していれば、疲労強度的にも問題はない。また、二重船側部や二重底部の縦通防撓材は、桁部材に取付けられる防撓材により支持されるものにあつては、断面係数の規定におけるスパンを修正しても疲労強度上問題ない。
- (3) ダブルハルタンカー及びバルクキャリアのビルジホッパー部の船側縦通肋骨及び船底縦通肋骨は、累積疲労被害度が許容値を上回る場合がある。特に現行規定で疲労強度に関する規定が適用されていないバルクキャリアのビルジホッパー部における縦通肋骨は、損傷の報告もあり、損傷を説明できる結果を評価基準は与える。

FPSO ガイドライン

1. はじめに

近年、小規模の海洋油田の開発に伴い建造から据付けまでの期間が短くて済む FPSO と称される石油生産、貯蔵、積出しのための装置・設備を搭載した海洋構造物が使用される例が多くなった。従来の規則体系では一般的海洋構造物(あるいは長期に渡り定点に係留されて使用される船舶)に対しては鋼船規則 P 編が適用となる。しかし、海洋構造物の中にあつて FPSO は、個々のケースで設計にバリエーションが豊富である等の理由から、従来規則の様々な箇所に規定される要求のうち該当するもの組合せて適用する必要がある、また、一部に従来規則の想定枠内ではカバーしきれない面がある。今般、使用者側(FPSO の建造/入級を考える側)の利便性を考え FPSO に対する固有の要件をまとめて規則化することとし「FPSO ガイドライン」を作成した。本ガイドラインは鋼船規則検査要領の付属書として規則体系中に組み込まれ、平成 14 年 7 月 1 日より施行されている。

2. FPSO の概要

FPSO という言葉の定義は明確には定まっていないが、一般的には、海底の油井から汲み上げられた原油(あるいはガス)を海上の浮体構造物/船舶に送り、この浮体上に設置したプラントにて粗処理(ガス/水抜き)し浮体内に貯蔵するシステムを示しており、Floating, Production, Storage, Offloading といったキーワードを並べて表示した用語と理解できる。様々な係留方式により浮体を定点に維持し、海底の油井を連結するパイプラインからライザを経て海上に油を移送する。このような全体システムの中の浮体部分あるいはシステム全体を称して FPSO という言葉が使用されている。(図 1 参照)

石油は、陸上で産出し精製する形態、あるいは浅海域において産出した油を処理施設(陸上の)にパイプラインで導いたうえ油タンカー/パイプラインにて消費地へ移送する形態が従来一般的なものであった。その後、新たな油田を求め沖合いの海洋油田へと広がっていった。海洋油田を開発する場合の主たる問題点は、ジャケットの据付け、あるいは粗処理施設等の施設を建設し、油田からその施設までのパイプラインを設置するといった工事の難しさ、経費の大きさ及び生産開始までの期間の長さにあった。このような問題の解決策の 1 つとして FPSO が受け入れられるようになってきた。(図 2 参照)

FPSO を採用することにより粗処理施設の建造は造船所等での建造工事で済み現地での工事は係留工事等に限られる。また、陸上施設までの長いパイプラインを敷く必要がなくなりシャトルタンカー等にて直接 FPSO から出荷されることとなる。沖合いの大深度域の油田、あるいは比較的浅海域にあつても大規模な陸上施設を建設するには経済的に成立しない中小の油田等においては FPSO が有利と考えられている。

通常の船舶の場合と異なり、FPSO はシステム構成あるいは設計手法に関し、一般的に定着した構成/手法が既に存在する段階に至っておらず、現状では個々のケースにおいて非常にバリエーションに富んでいる。浮体構造物の形式、係留方法、周辺施設の組み合わせは極めて多様であり、例えば浮体の形状としては船型が多いがセミサブ式のものもある。また、VLCC 等の既存タンカーを改造したものもあれば、新造から FPSO として設計/建造されたものもある。更に、係留方式も CALM ブイに係留するもの、浮体構造物自体にタレットを設置し係留する方式、あるいはスラストと組合せたもの等バリエーションに富んでいる。使用/設計上の思想についても、船舶として設計/建造され使用されてきた既存船を短期的に FPSO として使用するものもあれば、長期に渡り設置海域にて稼動することを前提とし当該箇所の環境条件に対して設計/建造されたもの(Site Specific Design)までである。

このようなバリエーションの多さに対して FPSO を厳密に定義することはできていないのが現実と言える。また、国際条約/管海管庁の規制の考え方についても未だ議論を残す部分もあり、今後 IMO 等での検討結果を待つ必要のある側面もある。

3. FPSO に対する従来の NK 規則及びガイドライン作成の意図

(1) 従来の NK 規則の対応

輸送を伴わず長期に渡り定点において特定の用途に使用される形態の船舶/海洋構造物に対

するNKの規則要求は鋼船規則P編に規定されている。このP編は作業船(貨物の輸送に供さない船舶)からメガフロートや備蓄船のような移動性の極めて少ない海洋構造物にいたる広いジャンルをカバーする規則である。FPSOに対する具体的要件としては、P編の中の各章に規定される構造、艀装、位置保持設備等の規定のうち該当するものを適宜適用することとなる。また、従来から係留のための設備/施設のうち係留ブイ(CALMブイ等)、海底係留点(シンカー、パイル等)など本船固有の設備と見做されないものは船級の範囲外として扱われている(係留索までが船舶の範囲)。このような点から、船級規則としてはFPSOに対しても従来の状況で対応可能とは言うものの、使い勝手の問題、船級範囲以外の範囲に対するNKの関わり方等諸々の検討すべき課題は残されていた。

(2) FPSOに対する規則整備のうえでの問題点

前述のとおりFPSOという言葉で表されるシステムについては、カバーすべき境界が明確でない部分がある。また、規則上では「船級登録」の対象として考えられている範囲は主に浮体構造部分に限られており、この範囲外にもFPSOシステム全体の安全上考えるべき項目を残している。これらの点はFPSO規則をNKの規則(船級規則)として整備するうえで問題となる。また、通常の場合標準的な設計に対し規則化を図ることが一般の手続きであるが、FPSOにあっては個々のケース間の設計にバラエティーが広く規則化には適さない状況がある。更に、FPSOを使用した海洋油田開発は個々のプロジェクトがそれぞれ技術革新の集合体といった様相を呈しており、技術革新による設計上の変遷スピードが速く船舶のそれとは各段の差があり、これも規則化に適さない状況を作る一因となっている。

(3) ガイドラインとしての整理

FPSOに対する技術的要件をまとめ、それを公表するというニーズに応えるため、上記の問題点故に通常の規則整備とは異なった手順で作業を行った。即ち、

- ① FPSO(海底係留点等の周辺施設を含めた全体システムとしてのFPSO)の安全性を検討するうえで必要な技術要件について「船級登録」の範囲にとらわれず「ガイドライン」というパッケージにとりまとめる。
- ② 船級登録する上で適合すべき要件については、改めて規則側から「ガイドライン」を参照する形で規則要求事項とする。
- ③ この場合、ガイドラインに示すものは従来のP編において「本編の規定により難い船舶の構造」及び「同等効力」とされるFPSOに対する取扱いの1つの例示と考えられる。このため、検査要領において規定することとする。
- ④ 船級登録する上で「船級」として考えるべき範囲を超えた部分(周辺施設等)に対する技術要件に対する何らかの証明行為が必要となった場合は、ガイドライン中に示された要件への適合について鑑定業務を行うことでガイドラインを活用する。

(4) FPSOガイドラインの対象

ガイドライン作成にあたっては特定の稼働海域の環境条件に対して設計し、半永久的に当該海域にて稼働するタイプのFPSO(非移動型FPSO)を対象として考えた。前述のように一般的意味合いでのFPSO(広義のFPSO)には、非移動型のFPSO以外にも船舶そのものを利用するもの(既存タンカーに改造を施し、甲板上に処理プラント、係留設備を備えた物)なども含まれている。このような移動(航行)を想定した船舶タイプのものは規則の適用上P編で規定するところのものであり、従って、当面非移動型を対象を絞って技術要件を新たにまとめることとした。移動性の観点から、中間的な位置付けのFPSOも考えられるが、そのような場合には従来のP編の規定と新しいガイドラインにおける非移動型に対する要件を組合せて適用することとなる。具体的な適用については今後の実績を踏まえ将来的に見直し整理が必要と考えられる。

4. FPSOガイドラインの概要について

(1) FPSOガイドラインの構成

ガイドラインは2部構成とし、1編に船級範囲に対する要件をまとめ、それ以外の範囲については2編にまとめた。FPSOの全体システムのうち浮体(FPSO本体)側が船級要件として1

編に、海底係留点、フローラインシステム等の周辺施設は2編に規定することとなる。船級規則の規定としてはP編検査要領においてガイドラインのうち1編を参照する形でこれに適合することを規定している(検査要領P編P1.1.2)。

表 1. FPSO ガイドライン目次

序文	
1編 FPSO 本体に対する要件	2編 FPSO の周辺施設等
1章 通則	1章 通則
2章 検査	2章 係留施設
3章 設計条件	3章 フローラインシステム
4章 船体構造及び艀装	
5章 位置保持設備	
6章 危険場所	
7章 防火構造、脱出設備及び消防設備	
8章 機関設備	
9章 電気設備	
10章 生産システム	

1編の中にはP編同様、検査、設計条件、船体構造、位置保持設備、機関・電気設備、防火・消防設備等の規定が規定されている。2編には係留施設及びフローラインシステムに対する要件と規定している。表1にFPSOガイドラインの目次を示す。

(2) 要求事項の概要

今回ガイドライン作成にあたっては、基本的な考え方は鋼船規則P編に準じたものの、非移動型FPSOの特殊性に対応して必要と考えられる場合には、非移動型FPSO特有の要求を規定した。各章の規定の概要は次のとおりである。

1編：船級登録範囲に対する要件(主に浮体側)

- 1章 通則；定義等
- 2章 検査；鋼船規則B編13章に準拠する。非移動型のため係留された海域において検査を実施する。水中部分の検査項目等が特有の項目となる。
- 3章 設計条件；通常の船舶、あるいは海洋構造物のうちMODU等の移動型のものにあつては海域を特定しないため全海域の海象/気象条件を考慮した設計条件が設定されている。反面航行上の配慮から荒天回避を前提とすることができる。これに対し非移動型のFPSOにあつては設置される海域において遭遇する海象/気象条件の最も厳しいものにも回避することなく耐えるような設計条件を適切に設定する必要がある。一方、その海域に合わせた条件を設定することができるため、基本的に当該海域のデータを収集し統計解析した信頼できるデータを作成する必要がある。このような稼働海域に特定した設計(site specific design)を基礎となる概念として規定を設けている。
- 4章 船体構造及び艀装；長期に渡り係留場所において稼働することを想定するため、長期使用に対する疲労強度評価の考え方を明記した。また、入渠による保守が期待できないことからUsage Factorの概念を導入し、被害を生じた場合の影響の大きさ及び検査/保守のためにアクセスが可能か否かの両面から安全率/余裕度に重み付けを施した。同様に長期稼働及び入渠による保守が期待できないことを考え腐食予備厚について合理的な重み付けを施した。
- 5章 位置保持装置；技術要件として実績のある海外の規格(API等)を参照する、ある

- いはスラストを利用した自動位置保持装置と係留設備の組合せを考慮した規定を盛り込む、など現実的取り扱いに沿った規定とした。
- 6章 危険場所；危険場所の放出源及び範囲の規定を明確にした。
- 7章 防火構造、消防設備等；海底から汲み上げられた原油の処理を行う場所と貯蔵する場所に対する火災/爆発の危険を考慮する必要がある、油タンカーに対する要件をベースとして、生産システムに必要と考えられる防火構造、消防設備等の規定について新たに定めた。
- 8章 機関設備；海洋構造物に対する規定に加え、ガス燃料等使用の機関が考えられるため、二元燃料に関する規定、及び IACS/UR に準じ原油焚きボイラの規定を設けた。また、生産システム等で火災/爆発の危険に対する配慮を深める必要がある非常遮断等の安全装置関連の規定をより具体的に示した。また、非移動型 FPSO の場合、定点保持は本質的な事柄であり、位置保持装置は一般船舶における推進装置同様の重要度に匹敵する。このため自動位置保持装置については推進機同様の扱いとすることとした。
- 9章 電気設備；前項同様、火災/爆発の危険に対する配慮を深める必要がある非常電気設備関連の規定をより具体的に示した。また、自動位置保持設備にあっては電動機を使用する割合が多くなるが、前項同様自動位置保持装置関連機器については推進補機として扱うこととした。
- 10章 生産システム；規則上の扱いは作業用補機となる。具体的な取り扱いが明確でないため一般的な安全配慮、非常停止等の安全システムの案件、圧力容器/配管の取り扱い等についてより具体的に記述した。
- 2 編：船級範囲を超える部分に対する要件(周辺施設という。係留施設、ライザ等)
- 1章 通則；用語等
- 2章 係留施設；一般船舶を係留する場合のブイ/ボラードに相当するものが係留施設に該当する。シンカー、パイル等の海底の係留点、あるいは FPSO と別個の浮体ブイ(CALM ブイ等)などに関する要求。係留、構造については 1 編の規定に順じた。
- 3章 フローラインシステム；ここでは海底のパイプラインエンドマニホールド以降海上へ向かう側(ライザ等)について規定した。海底のパイプライン等については本ガイドラインには含まれていない。

(3) 技術的トピックス

非移動型 FPSO を考える上で、長期使用及び入渠を前提としない保守体制が特徴的な項目として挙げられる。この 2 点は、規則要件の観点からは環境条件の再現期間の考え方、疲労強度の問題、腐食の問題において影響が大きい。このため本ガイドラインにおいてもこれらの点について配慮した。

- i) 再現期間；Site Specific な設計をする場合、波浪や風等の自然環境データを収集し統計解析したうえ、与えられた再現期間に対して最も厳しい条件を考える必要がある。従来例では、移動性の海洋構造物で 50 年、非移動性の海洋構造物で 100 年、といった考え方であり、また想定する供用年数の 3 倍を再現期間とする考え方があることから、本ガイドラインの規定とした。即ち、供用期間の 3 倍、かつ minimum 100 年の再現期間とした。
- ii) 疲労強度；長期使用を想定し、疲労強度に関する検討を義務付けた。疲労設計上の寿命は使用期間(設計寿命)として差支え無いが 20 年を minimum とした。また疲労被害度の算定にあたり Usage Factor を考え、損傷した場合の影響の大小、及び保守/検査の難易度に対応して重み付けを行った。即ち、4 段階の Usage Factor を考え、損傷により深刻な被害を生じる部材であって、通常保守の困難な水中部分にあるもの(例えば外板、係留チェーン等)には重みを付けた。一方で損傷しても即刻甚大な被害へ拡大する恐れのない箇所であって通常の稼動状態中でもアクセス可能なスペースに位置する部材については、定期的な点検にて損傷を発見し修理ができることから重み付けを軽減できるようにした。
- iii) 腐食；従来から、船舶や海洋構造物等鋼製の構造物の腐食対策として、塗装などの防食対策に加え、使用期間に想定される腐食量(腐食予備厚)を強度上必要な寸法に加える方法が採用されてきた。しかし、長期使用及び入渠しない保守体制が想定される FPSO においては、これらを考慮した腐食予備厚とする必要がある。そこで、貯蔵タンクなどの腐食環境が類似している油タンカーにおける数十万点に及ぶ腐食量のデータにより同定された腐食進行推定プログラムを用い、推定された腐食量に基き腐食予備厚を設定した。即ち、想定使用期間 20 年及び 30 年における腐食予備厚を設定し、任意の想定使用年数に対して線形補間により設定できるようにし、かつ、構造部材が曝される雰囲気(大気暴露、海水接触、飛沫雰囲気等)に応じ設定できるようにした。なお、推定のベースとした腐食量のデータは船齢 30 年未満の船舶に対するデータであるため想定使用期間は 30 年までとなっている。これを超える期間に対しては、本手法をベースに別途考慮が必要となるが、当面は外挿にて推定することを基本とする。

4. その他

今回「FPSO ガイドライン」としてまとめられたものは検査要領付属書として発行される(鋼船規則 P 編の一部)。今後、1,000m を超える大水深に対して FPSO が採用される例も増加する可能性があり、各プロジェクト毎に技術革新が盛込まれていくと考えられる。これら技術革新を継続的かつタイムリーにアップデートしていくこともガイドラインとして取りまとめた理由の一つである。このため、当面はこのような特殊な規定方法とすることとなるが、今後 FPSO に対する設計が一般化されてきた段階等、適当な時期において再度検討し、ガイドラインから規則としての再整備を考えることとする。

また、非移動型の FPSO としての要件を満たして船級登録された場合、船級符号に”Offshore Structure for Hydro-carbon Production, Storage, and Offloading”を付記する。また、Site specific designであることを示すため”Designated Service Area”を付記したうえ、具体的な設置場所、当該場所における方位等の制限などを注記として表示することとした。

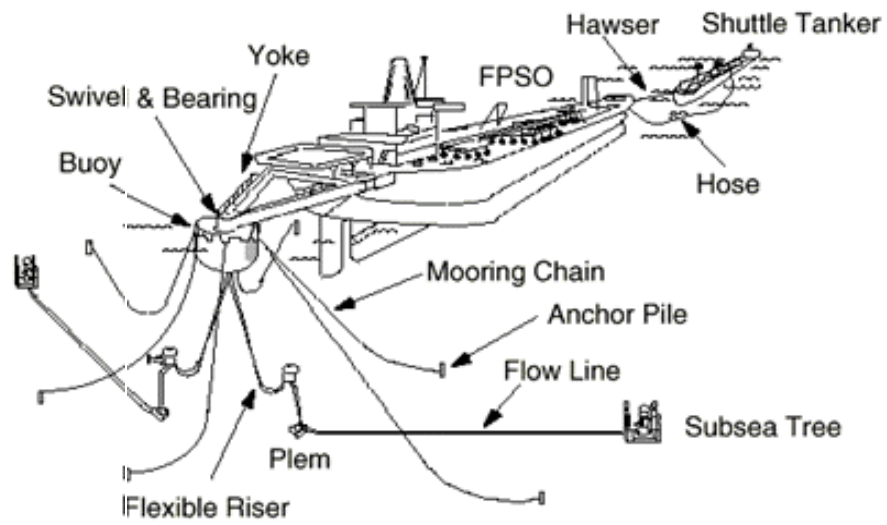


図1. FPSOシステムの一例

(出典 http://www.jnoc.go.jp/c_retrieve/413.html)

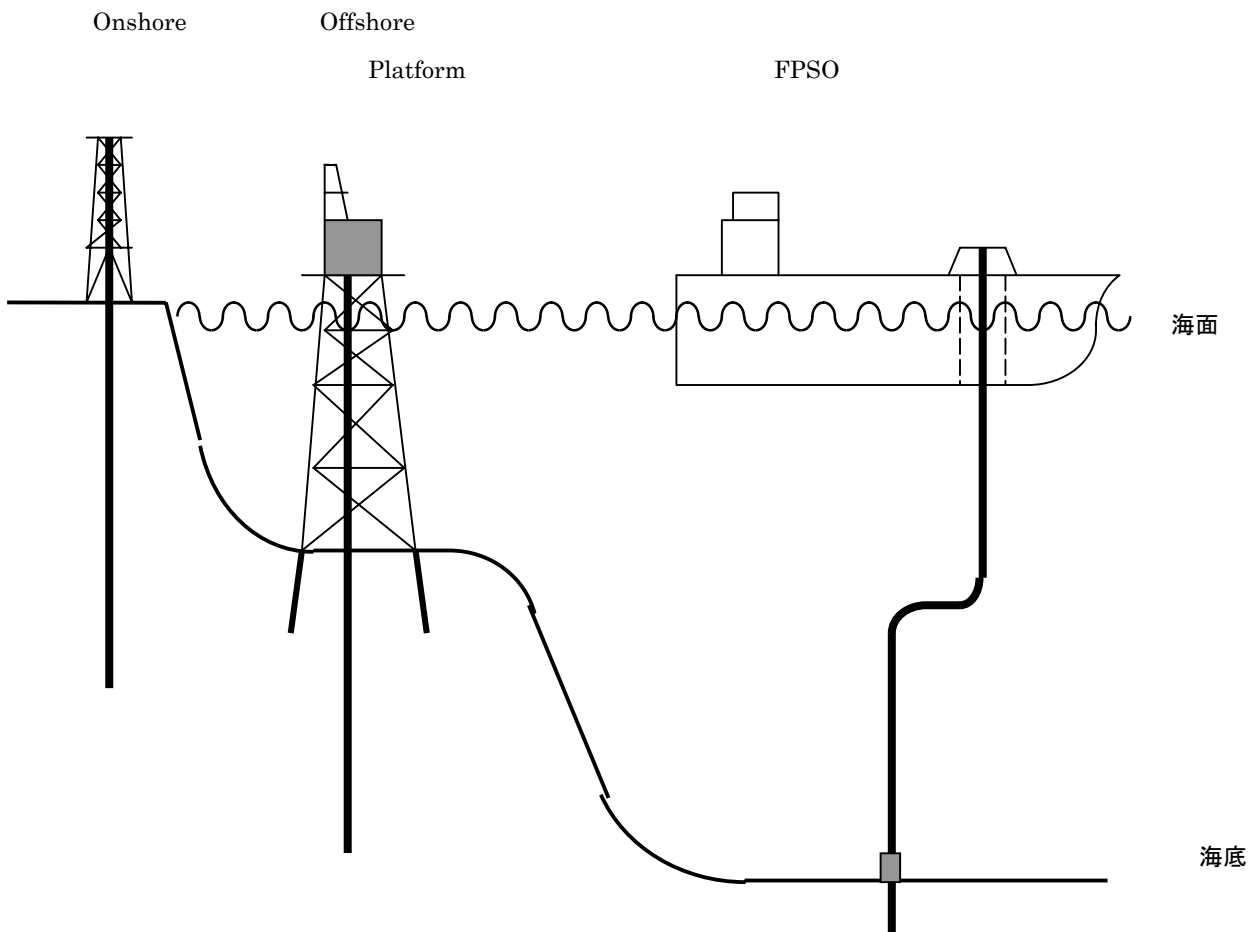
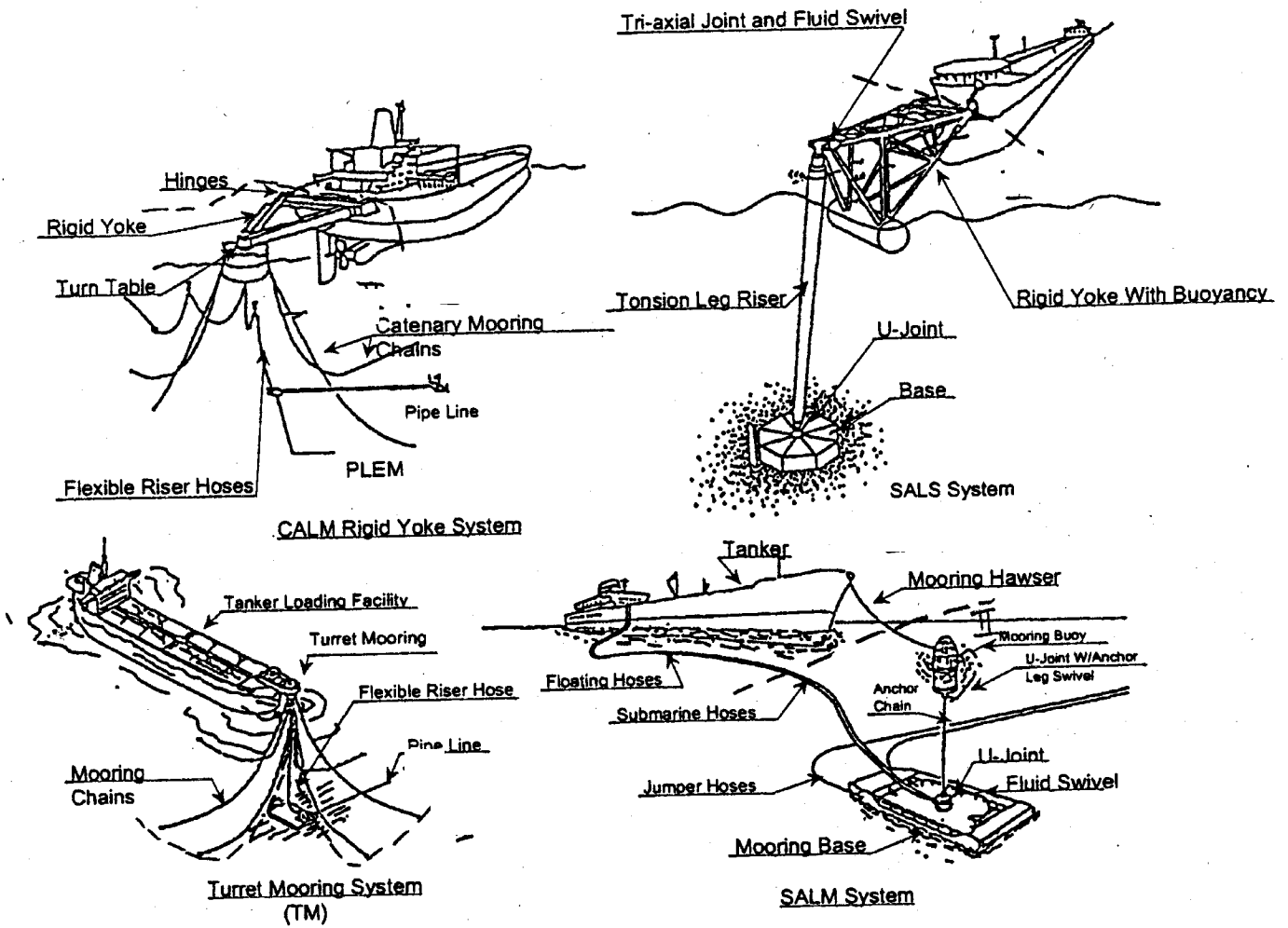
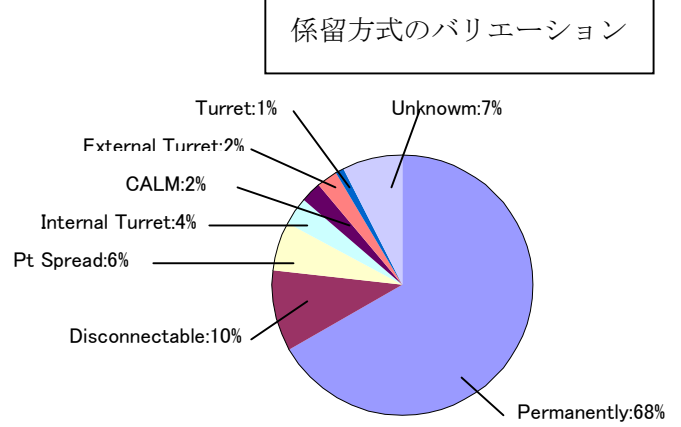
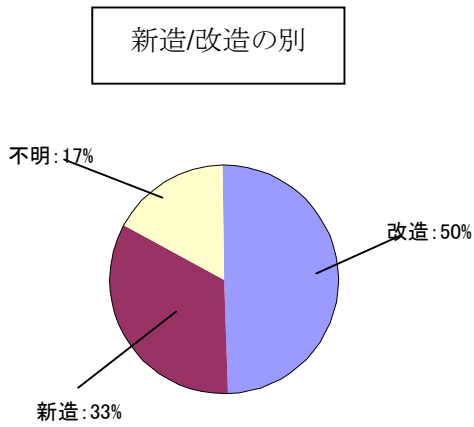


図2 海洋油田の変遷



出典：海洋工学ハンドブック



(出典：IMO BLG 資料)

図 3 FPSO のバリエーション

分類	Immibile Offshore Structure	FPSO	Mobile Offshore Unit	Work Ship
設計荷重等	Site Specific, 長期再現期間(航行/移動は考えない)	Site Specific,長期再現期間(稼動域内で位置変更の可能性あるも、移動状態は船級登録の範囲外。)	Site Specific, 長期再現期間(掘削時) + World Wide (設計条件内の移動時)	World Wide + 作業時に想定される荷重 [船舶に同じ]
係留等	本船固有の恒久的係留設備(チェーン係留、ドルフィン等)、あるいは着底等。	半恒久的係留。CALM、AC 等別構造物との複合係留システム有り。	長期/半恒久的係留。ただし、係留解除可能な設計/登録	作業内容に応じ要求される一時的係留/位置保持設備。
システム	一部に陸上支援設備あり。	自律型システム。(燃料等 Supply は陸上支援)	自律型システム(燃料等 Supply のみ陸上支援)	自律型システム
検査方式	原則計画検査方式(5年周期全体検査+水中検査)[B編12章+13章]	同左	定期的船底(2回/5年。水中検査可)[B編12章]	定期的 Dry-docking。(2回/5年。水中検査可だが、Dry間隔最大5年)
例	カブフロート,貯蔵船等	—	MODU等	Cable Layer, Dredger 等

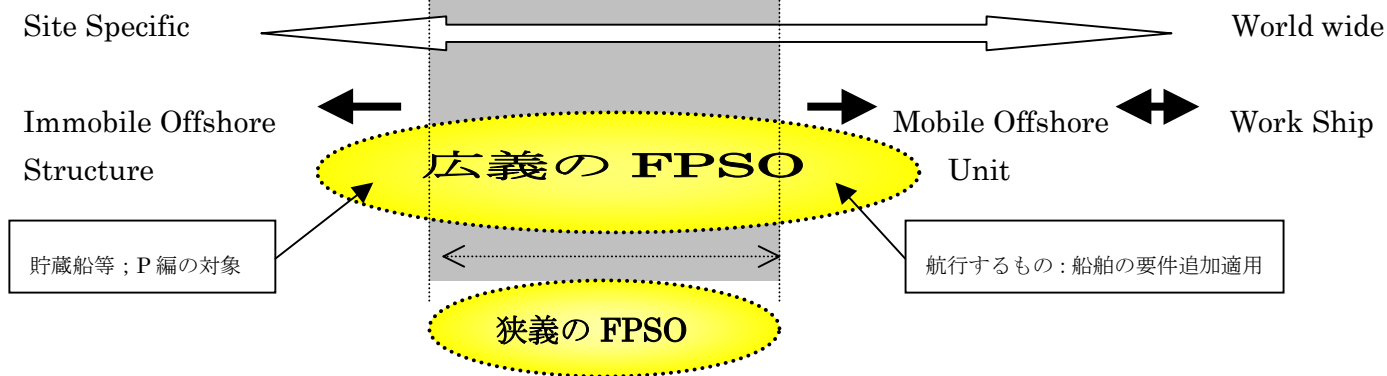


図4 船級規則上の分類/FPSO の位置付け

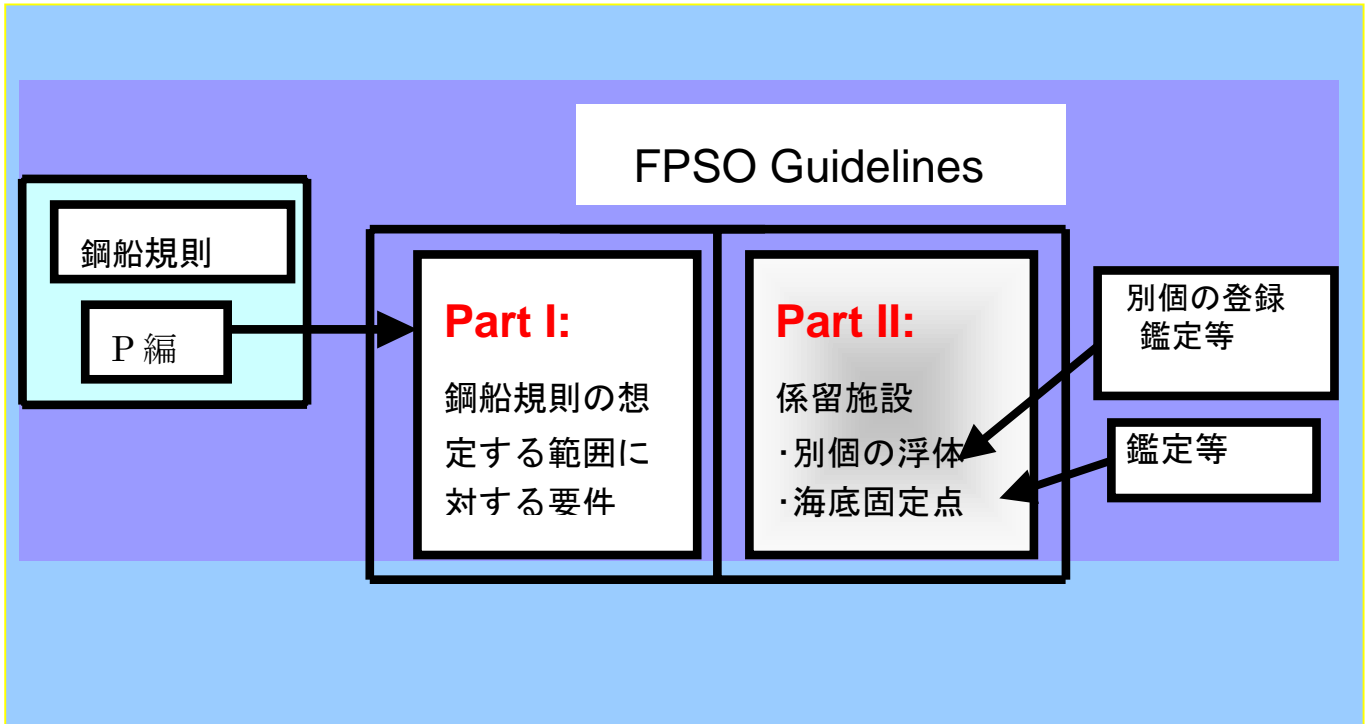


図5 FPSO ガイドラインの構成

片面の腐食予備厚

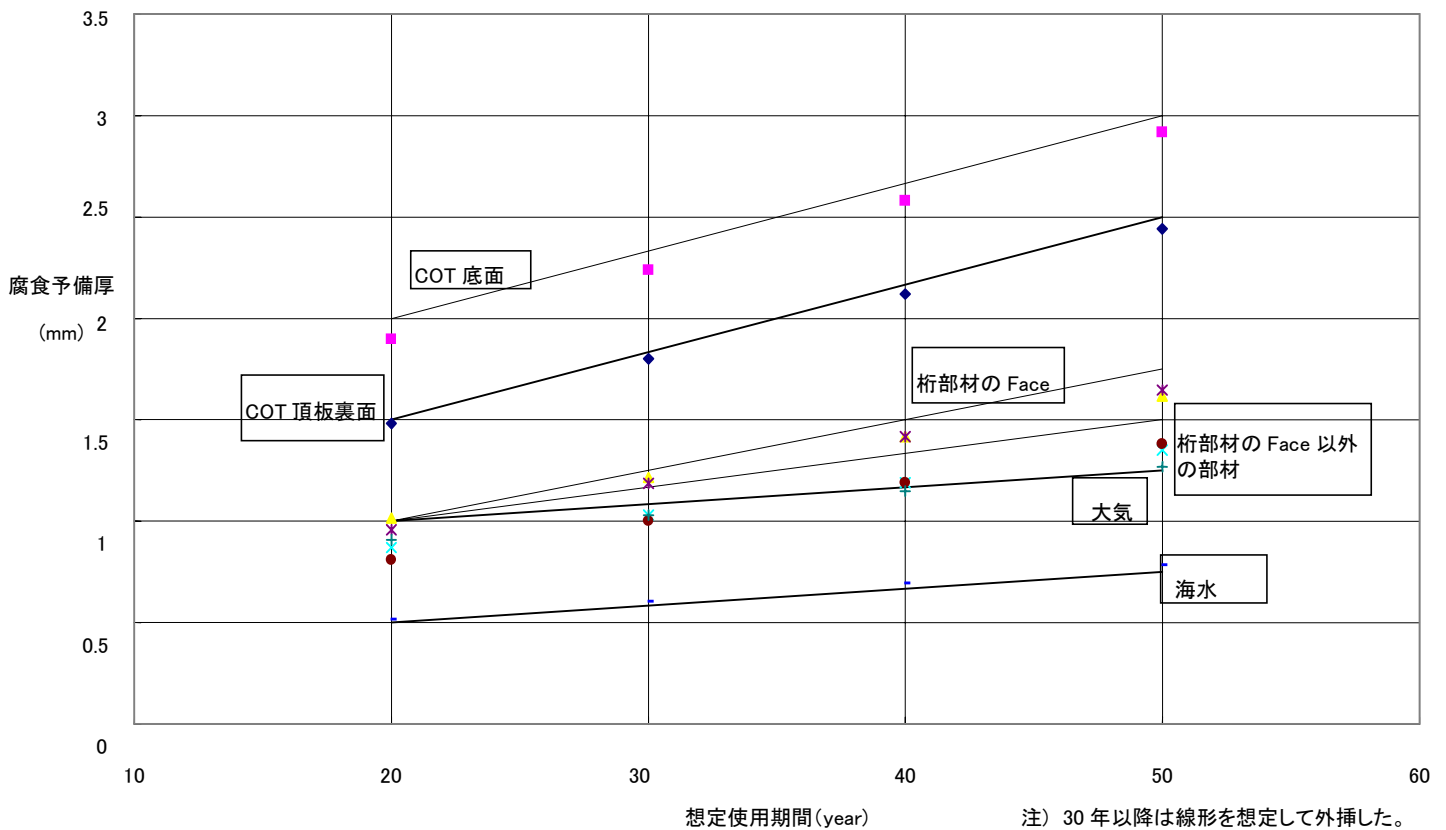


図6 腐食予備厚の推定

軸系アライメント計算におけるクランク軸の剛性及び等価軸径について

1. はじめに

近年、大型低速2ストローク機関を搭載した船舶において、機関主軸受の損傷が増加傾向にある。その原因として、喫水差による機関室二重底の変形や機関の温態時・冷態時の違いによる機関自身の熱変形等の影響が考えられている¹⁾。最近の船舶においては、重量軽減のため船体外板、暴露甲板、機関室二重底頂板等に高張力鋼が使用されており、そのため軟鋼が使用されていた頃(約20年前)と比較すると、機関室構造の剛性は明らかに低下している。それに対して、クランク軸を含む軸部の剛性は、機関の高出力化に伴い従来以上に高くなっている。従って、軸剛性と比較して船体剛性(あるいは軸受支持部の剛性)が低下したことが、軸系のアライメント変化を大きくし、主軸受の損傷を誘発しているとも考えられる。

喫水が変化した場合、中間軸の位置・高さによっては船尾側(あるいは船尾側から2番目)の主軸受において軸受反力が逆となる(すなわち軸が浮き上がる)事態が予想される²⁾が、これを詳細に検討するためには船体構造の構造解析が不可欠である。高張力鋼が使用される以前は(社)日本造船研究協会第143研究部会を中心に機関室二重底変形の計測が行われた³⁾が、最近の船舶で計測した例はほとんどないので、今後の調査・研究に期待したい。

一方、ディーゼル船の軸系アライメントに関しては、これまでは船尾管軸受における片当たりの緩和を主たる目的として設計がなされていたため、主軸受に注意が払われることはほとんどなかった。計算対象とする主軸受の個数や喫水差あるいは温態時・冷態時の違いを考慮した設計は造船所によって異なり、統一されていないのが実情である。

また、アライメント計算においては、軸部を丸棒に置き換えて計算する必要があるが、クランク部を丸棒に置き換える方法が確立していないため、その意味でも統一がとれていない。つまり、造船所によっては、単純にクランクジャーナル部と同一直径の丸棒として計算している場合もあれば、それよりも細い軸径としている場合もある。クランク軸においては、曲げ・ねじり等による変形が回転角に依存して変化する。これを材料力学的な手法で解析するとすれば相当な労力が必要となるので、これまで等価な丸棒について研究した例はほとんどなかった。

著者らは、機関主軸受の損傷防止を主たる目的とする研究の手始めとして、クランク軸を有限要素解析することにより軸受反力を求め、この結果を基に(曲げ剛性に関して)等価な丸棒の直径を求める方法を検討したので、ここに報告する。

2. 数値解析

クランク軸と丸棒の解析モデル、及びそれらの境界条件を図1に示す。解析モデルは全スロー(6シリンダ分)を対象として3次元ソリッド要素で構成し、要素の種類としては、中間節点を設けた10節点4面体要素を採用した。軸受番号は、便宜上、Fore側から0~6番とした。

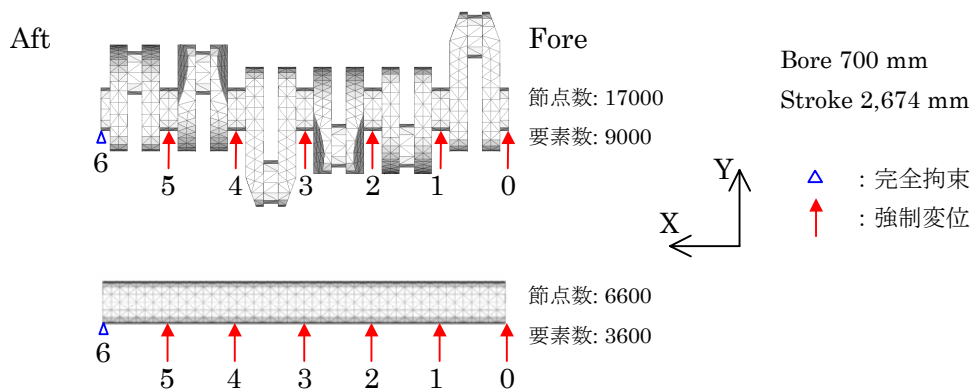


図1 解析モデルと境界条件 (解析コード: NASTRAN)

境界条件としては、軸の左端(6番軸受)を完全拘束し、その他の軸受接触点(0~5番軸受)にY方向の強制変位を与えた。等価の考え方に関しては、クランク軸モデルにおいて回転角を変化させたときの軸受反力の平均値を求め、この平均値と丸棒における軸受反力とがほぼ等しい場合、両者の曲げ剛性が等価であると見なした。

計算に使用した強制変位の値を表1に示す。

表1 軸受位置変位量(1/100mm)

軸受位置	5	4	3	2	1	0
変位量	0.00	+4.71	+5.23	+1.57	+2.08	+2.60

表1の値は、主機が冷態から温態に変化した状態を想定して決定した。主機の温態時には、熱膨張により冷態時をベースとして上に凸の変形を生じるので、ここでは図1のクランク軸を有する主機で計測した冷態時及び温態時のクランクデフレクションの値に基づき、軸受変位の変化を大まかに推定して求めた。但し、本報のように等価軸径を求める目的では、条件として与える軸受変位の値は、(全ての軸受変位をゼロとするような極端な設定を除き)任意で差し支えないと考えられる。

2.1 クランクジャーナルと同一軸径を有する丸棒の軸受反力

丸棒の直径をクランクジャーナルの直径(D=784)と同一としたときの計算結果を以下に示す。荷重条件に関しては、軸剛性の比較を目的としているので、ここでは軸重量、ピストン重量等を与えない計算とした。クランク軸モデルの回転角としては、船首側から見て時計回りに60度刻みに回転させ6パターン(0、60、120、180、240、300度)の解析を行った。解析結果を表2及び図2に示す。表2は各回転角に対応する軸受反力の値を示したものであり、図2は1回転平均の値をグラフ化したものである。

表2 回転角ごとの軸受反力(kg)

	回転角	5	4	3	2	1	0
クランク軸	0°	-4332	2732	2676	-4013	1324	44
	60°	-5563	3999	2586	-4596	1893	-212
	120°	-4620	2709	3845	-5210	1629	59
	180°	-4370	2776	2677	-4039	1328	50
	240°	-5623	4041	2593	-4601	1880	-205
	300°	-4601	2711	3787	-5140	1597	65
	Ave.	-4851	3161	3027	-4600	1608	-33
丸棒		-15599	10612	10831	-13692	1544	1487

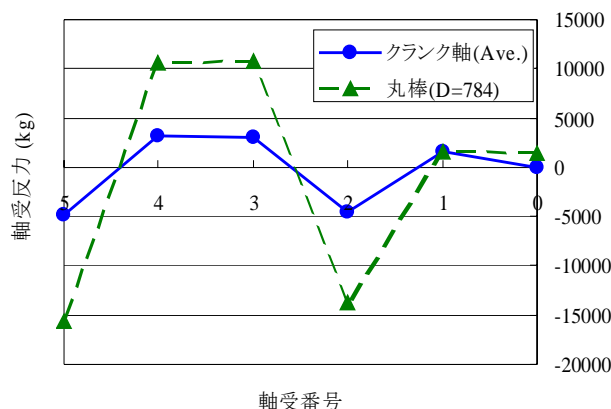


図2 クランク軸とジャーナル径丸棒の軸受反力

図 2 で例えば 2～5 番の軸受反力を比較すると、この丸棒モデルにおける軸受反力はクランク軸モデルにおける軸受反力の 3 倍程度大きな値であることがわかる。これは、クランク軸モデルに比べて丸棒モデルの曲げ剛性が高いことを意味しており、これよりアライメント計算においてクランク軸を単純にジャーナル直径の丸棒で置き換えることは適当でないことがわかる。

2.2 等価丸棒の検討

次に、丸棒の直径を減少させ、丸棒の剛性をクランク軸の曲げ剛性に近づけたときの結果を示す。解析モデル及び境界条件は図 1 と同様である。丸棒の直径を $D=784\text{mm}$ から $D=392\text{mm}$ まで減少させたときの軸受反力の値を表 3 に示す。また、表 3 の右欄に、各丸棒の軸受反力とクランク軸の軸受反力(1 回転平均)との差の二乗誤差を示す。

表 3 直径を変化させた丸棒の軸受反力 (kg)

	軸径	5	4	3	2	1	0	二乗誤差
丸棒	D=784	-15599	10612	10831	-13692	1544	1487	5.28E+07
	D=588	-7737	5088	4851	-6784	1647	317	3.38E+06
	D=524	-5771	3766	3612	-5313	1644	72	3.46E+05
	D=492	-4695	3078	2835	-4233	1344	40	4.63E+04
	D=476	-4250	2777	2580	-3889	1293	7	2.19E+05
	D=460	-3875	2527	2377	-3641	1293	-35	4.66E+05
	D=392	-2295	1497	1387	-2211	883	-72	3.04E+06
クランク軸 (Ave)		-4851	3161	3027	-4600	1608	-33	---

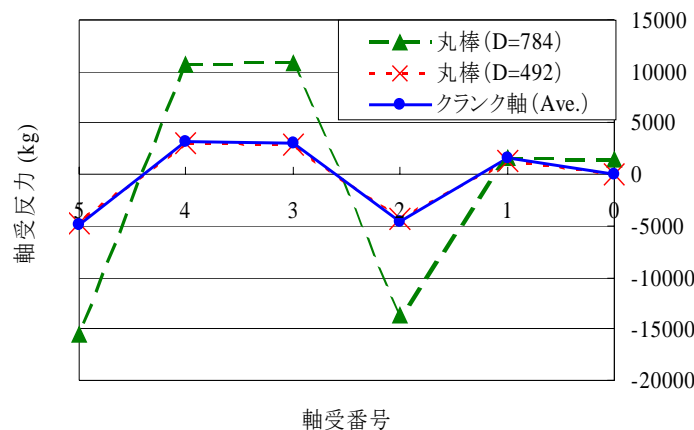


図 3 クランク軸と丸棒 (D=492, 784) の軸受反力

表 3 によれば、丸棒の直径が $D=492\text{mm}$ のときに二乗誤差が最小となる。すなわち、このクランク軸の場合には、丸棒の直径がジャーナル直径の約 63% のときに曲げ剛性がほぼ同等であると言える。この様子を図 3 に示す。図を見ると、 $D=492\text{mm}$ の場合は、特定の軸受だけでなく全ての軸受においてクランク軸モデルの軸受反力とほぼ等しい値となっていることがわかる。

なお、以上は特定の強制変位の下で検討した結果であるが、各軸受位置に単独の強制変位を与えた比較計算等、他の強制変位に対しても上記の同等性が成り立つことを確認している。

2.3 軸重量及びピストン重量を考慮した場合の同等性の検討

軸重量及びピストン重量を与えた計算を実施し、上記の同等性が成り立つかどうか検討する。図 4 に、クランク軸と丸棒の解析モデル及び境界条件を示す。

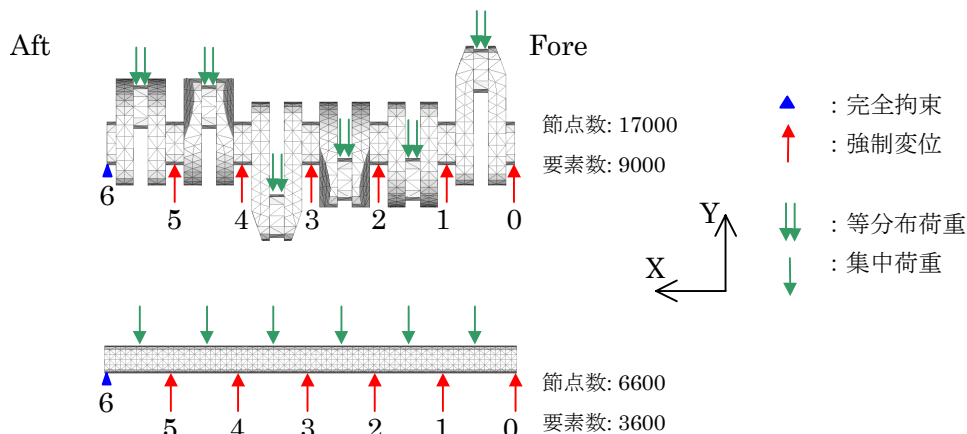


図 4 解析モデルと境界条件(重量ありの場合)

図 4 においては、ピストンとコンロッドの重量(10,567kg)を各クランクピンに等分布荷重として与えた。また、丸棒モデルの場合には、各軸受間の中間部分にピストン、コンロッド、ウェブの重量の和(24,671kg)に加え、クランクジャーナル部から丸棒への直径減少分の重量(17,312/6kg)を与えた。クランク軸モデルに等分布荷重を与えたのに対して、丸棒モデルに集中荷重として与えたのは、アライメント計算においては全ての荷重を集中荷重で与えるのが一般的だからである。この解析では、クランク軸、丸棒の両者とも自重を考慮しており、強制変位としては表 1 の値を与えた。また、クランク軸モデルに関しては、60 度刻みに回転させ 0、60、120 度の 3 パターンについて解析し、軸受ごとに反力の平均を求めた。

図 5 に解析結果を示す。この図に示した丸棒は、2.2 で等価と見なした丸棒(D=492mm)である。解析結果によれば、クランク軸モデルと丸棒モデルの軸受反力は、重量を考慮しないケースに比べて多少誤差が拡大しているものの、反力値、傾向ともにほぼ一致していることがわかる。すなわち、軸重量及びピストン重量(集中荷重)を考慮した場合においても、クランク軸を 2.2 の等価丸棒に置き換えることが可能である。

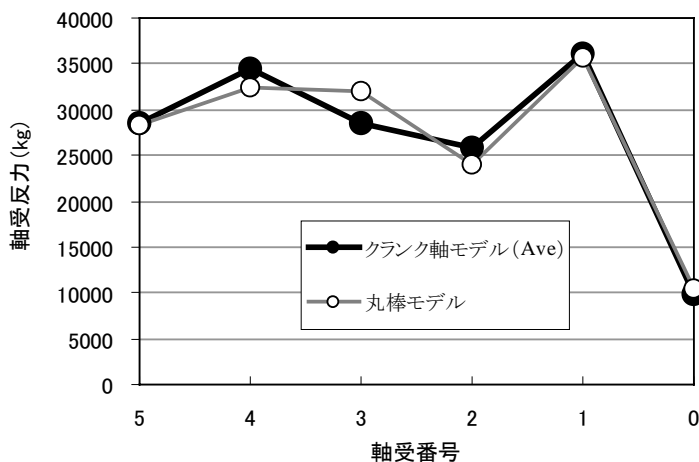


図 5 軸重量及びピストン重量を考慮した場合の軸受反力

次に、クランク軸を1回転させたときの軸受反力の変化とその平均値を採用することによる誤差について考察する。これまで述べたように、クランク軸の軸受反力を求める場合には、回転角を変化させて1回転中の平均値を使用しなければならない。しかし、回転角の変化による軸受反力の変化が極端に大きい場合は平均値で代表すること自体に無理があり、従って、軸受反力がこの平均値に等しくなるように丸棒に置き換えることにも意味がなくなるので、この点を検討しておく必要がある。

表4に、重量を考慮した計算(図4)における回転角ごとの軸受反力を示す。また、図6はこれをグラフ化したものである。

表4 軸重量及びピストン重量を考慮したときの回転角ごとの軸受反力(kg)

	回転角	5	4	3	2	1	0
クランク軸	0°	33307	29113	28992	30314	31949	11112
	60°	24990	37618	30056	20883	39947	8754
	120°	27545	36505	26293	26642	36710	9439
	Ave.	28614	34412	28447	25946	36202	9768

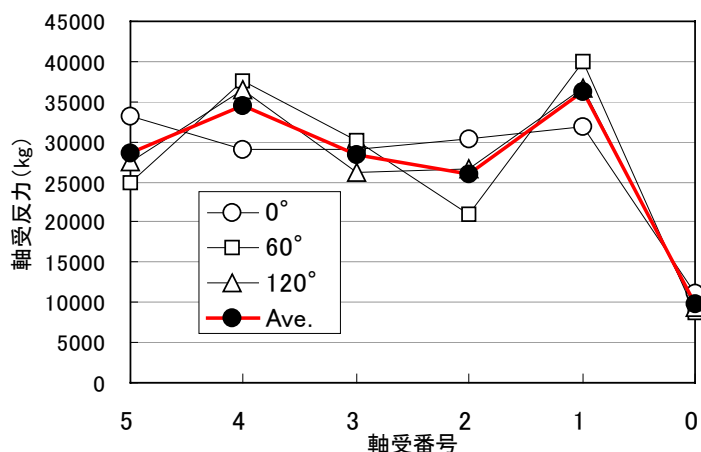


図6 軸重量及びピストン重量を考慮した場合の軸受反力

表4及び図6を見ると、特に2番軸受において回転角による軸受反力の変化が大きい。平均値(Ave)と比較すると、最大約20%の差となっている。従って、クランク軸を丸棒で近似した場合もこの程度の誤差を生じることになる。しかし、実用的なアライメント計算という点ではやはり丸棒近似の計算に頼らざるを得ないので、20%程度の誤差があることを踏まえた上で、むしろ、等価丸棒の直径を精度良く求めることに力点を置くべきであろう。

2.4 一般のクランク軸に対応する等価丸棒

これまで述べたことは、あくまでも1つのクランク軸モデルにおける計算結果であるため、他のクランク軸モデルについても同様の調査を行った。調査した全ての機関・クランク軸の主要目を表5に示す。

表5 等価丸棒について調査したクランク軸

モデル	1	2	3	4	5	6
サイクル数	4	4	2	2	2	2
Bore (mm)	280	500	520	800	700	800
Stroke (mm)	360	880	1600	1950	2674	3056
ジャーナル部直径	245	390	530	730	784	896

クランク軸の曲げ剛性には種々のパラメータが影響を及ぼしていると考えられるので、いろいろな幾何形状のクランク軸を用いて等価丸棒の軸径を求めた。その結果、全てのクランク軸について図3と同様の良好な結果を得ることができ、それぞれのクランク軸に対応する等価丸棒の直径を求めることができた。

ところで、数値解析上でクランク軸の変形に着目すると、クランクスローの変形の仕方に特徴があることがわかった。図7にクランク軸の変形の様子を示す。

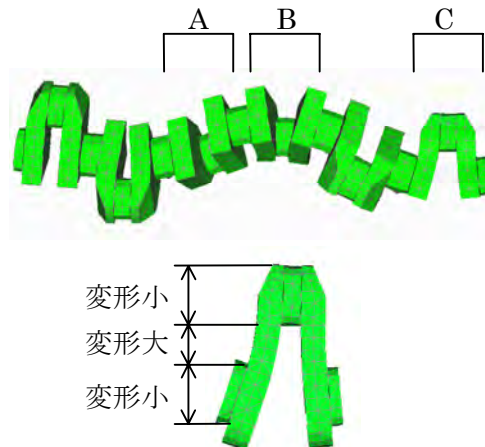


図7 クランク軸の変形

与える変位の境界条件によっても変わるが、基本的にクランクスローの変形はA部のようなピンのねじり変形、B部のようなウェブのねじり変形、C部のようなウェブの曲げ変形からなる。特に、B及びC部の場合は、ウェブの大部分はほとんど変形せず、ピン及びジャーナルの剛性影響を受けない中間部分が大きく変形していることがわかった⁴⁾。このことから、一般にはクランク軸のストロークが大きいほど、ウェブの変形量が大きくなることは明らかである。また、A部についても同様に、ストロークが大きいほどピンのねじり変形量が大きくなるはずである。クランク軸の曲げ剛性には形状に関する種々のパラメータが影響しているが、以上のことから、ストロークが最も重要なパラメータの1つであると考えられるので、表5のクランク軸モデルに対応する等価丸棒の直径をストロークで整理してみた。

図8は、クランク軸ジャーナル部直径に対する等価丸棒直径の割合を、ストロークを横軸にとりて表したものである。

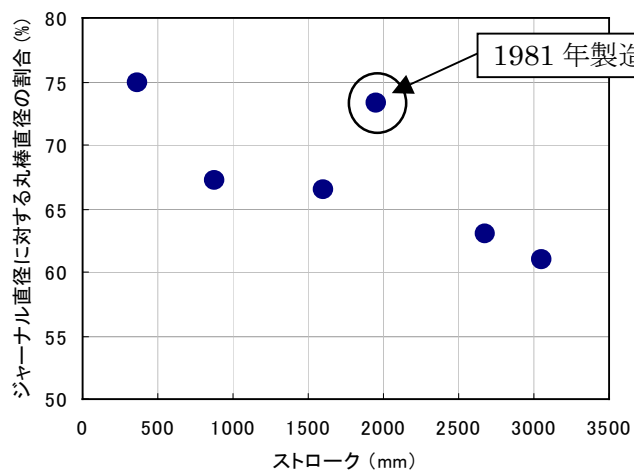


図8 等価丸棒直径とストロークとの関係

図からわかるように、ストロークが大きいほど等価丸棒直径の割合が小さくなっている。これは、ストロークが大きいほど、そのクランク軸の曲げ剛性が低下することを表している。図中の左から4番面のプロットだけ突出しているが、このクランク軸については製造年が古く(1981年製造)、近年のクランク軸と比べてウェブの剛性が非常に高いことが原因として考えられる。

3. まとめ

アライメント計算においては、軸部をすべて丸棒に置き換えて計算することになるが、クランク軸を丸棒に置き換える方法についてはこれまでほとんど検討されたことがなかった。今回、有限要素解析により、クランク軸を(曲げ剛性に関して)等価な丸棒に置き換える方法を調査し、その結果、次の知見を得た。

- アライメント計算において、クランク軸をジャーナル部直径と同一の直径を有する丸棒に置き換えて計算すると、クランク軸の曲げ剛性が現実に比べて非常に高く見積られる。
- 丸棒の直径を減少させることによって、クランク軸と等価な曲げ剛性を持たせることが可能である。
- ストロークが大きいほどクランク軸の曲げ剛性が低下し、従って、等価丸棒の直径(ジャーナル径に対する割合)も減少する。

今後は、ストロークだけでなくウェブの剛性も考慮し、クランク軸の形状パラメータから等価軸径を算出する近似式を求めることが課題であると考えている。

参考文献：

- 1) 原田：日本船用機関学会誌，第34巻，第5号，(1999)，p.310
- 2) The Motor Ship, April 2000, p.44
- 3) (社)日本造船研究協会，第143研究部会報告書
- 4) 山田，松永，造船協会論文集，第102号，p.279

船級符号への付記について

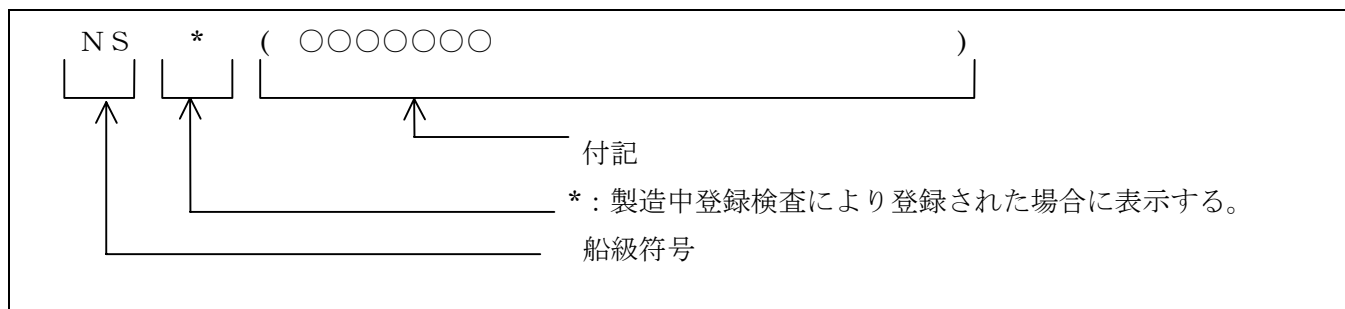
1. はじめに

NK 船級船舶の登録の表示に使用される「船級符号」(Classification Character)には「付記」(Class Notation)を付す場合がある。また、船舶の情報を表示するため、別途「注記」(Descriptive Note)を Register of Ships 等に表示することができる。現在付記として設定されているものは極めて多く数百種類にも昇っているが、これらの中には付記/注記の別を変更すべきものも多数含まれている。

このような状況に鑑み、付記/注記の取扱いがより明確になるように関連の規則及び実務の取扱いを見直し、必要な規則整備、取扱い変更等を行っていくこととした。

2. 「船級符号への付記」の主旨

船舶を船級登録する場合、船級を表示するものとして「船級符号」がある。この船級符号は歴史的には海上保険のための情報として構造強度等の観点から船舶を数段階の等級で示すために使用された物である。このような複数の段階による等級付けはその後行われなくなり 19 世紀半ばには、公表された Rule に基づく唯一の基準(Standard)に対し合否を判定し合格した船舶に「船級符号」を付与することが一般的となった。NK の場合は下図のように船級符号として“NS”が表示され、製造中登録検査受検の有無を示すスターマーク(“*”)、及び必要に応じて付記と併せて表示される。



船級協会の主たる業務である「船級登録」業務の概念は、合否判定の基となる「規則」を制定し公表すること、及び、検査を実施し船舶がその規則に適合していることを確認し、更に規則への適合を公表することにある。

本会においても創設以降、鋼船規則にタンカーを始めとする各船種に対応した規定、或いは鋼船規則以外の FRP 船規則等種々の船級規則を制定し船級登録業務を行っている。このため、どのような規則を適用して船級登録が行われたかを明確にする必要から船級符号に「付記」を付して表示している。

このように付記は船級登録に関する適用規則の説明として使用されるべき表示欄でありながら、従来から使用されているものの中には、現実には当該船舶に関するなんらかの情報(設計条件、使用目的、主官庁の航行区域制限、等)を表示する性格のものが散見される。このような内容は本来登録規則に定められる付記の欄ではなく、別に定められる(登録規則 2.1.5-2)「注記」の欄に記載すべき内容に該当するといえる。

以上のような状況に鑑み、「付記」の主旨をより明確にすること、また、現状使用されている種々の付記/注記を性格に応じ整理し直すこと、等が必要とされている。

3. 規則の見直し/整備等

(1) 登録規則/細則

(i) 付記に関する規定について

船級符号への付記については従来から規定(登録規則/細則 2.1.3)があり、「船級規則における特別の要件の付加、条件の緩和等の規定を適用して船級登録した」ことを表示するものとして規定されている。即ち、船舶を船級登録するにあたり、どの船級規則を適用したかを表す欄とすることができる。例えば、船体主要構造部を FRP 材料で建造された船舶に対し船級登録を行った際に、鋼船規則に代えて強化プラスチック船規則を適用して船級登録を行ったことを明示するため“FRP”なる表示を船級符号に付記するものである。

また、付記する内容については、航路制限に関する項目、積載する貨物に対応した特殊構造、耐氷構造等の補強に関する項目、及び本会が必要と認める項目、と記されている。

(ii) 船級証書の変更

従来付記として表示される事項の中には、液化ガス運搬船の温度/圧力といった設計条件等、内容的に注記に相当するものも一部に含められていた。一方、従来の船級証書には注記の記載欄が無く、注記は Register of Ships にのみ記載されていた。このため、本来の性格としては注記に相当するものであっても、証書上に公表することを必要とする情報については付記に含める必要があったことも、このような取扱いとなった一因と考えられる。この点を改善すべく、注記の記載欄を新たに設けるよう船級証書 Form を変更し必要に応じ設計条件等の情報を船級証書にも記載/公表できることとした(添付書式例参照)。

(iii) その他の改正

「本会が適当と認める」対象について船級符号に付記することとされる(登録規則 2.1.3)が、この「本会が適当と認める」対象をより明確にすべく、例示を示すこととした。具体的には、付記の例示として高度な構造解析手法に基づき船級を承認された場合、あるいは一般船舶に比べ詳細な検査を要求され、このような検査システムに従うことを条件に船級登録された船舶の場合、等に付記を施すことを示した。

(2) 技術規則(鋼船規則同検査要領等)

(i) 短期作業項目

NK の有する種々の規則の中で、船級登録のために満足すべき技術要件をまとめたものを船級規則という。このカテゴリーに属するもののうち典型的なものとして鋼船規則があるが、鋼船規則以外にも FRP 船規則、フローティングドック規則、高速船規則、等数種類の船級規則がある。これらの規則には、当該規則を適用した場合にどのような付記がなされるかについて言及したものもあれば、特に規則中に明記の無いものもあり徹底されていない状況であった。適用規則と付記の関連を明確化するため、種々の船級規則(技術規則)中に「本規則を適用して船級登録を行う場合、船級符号に“○○○”を付記して登録する。」様の規定を設けることとする。また、鋼船規則等では章単位、場合によっては節単位でまとめられた規定に対して付記を与える場合もある。これらについても、各規則の総則等の箇所において、適用される規定と表示される付記の関連を明示するよう規定を改める。当面、鋼船規則では A 編「総則」に船級符号への付記に関する節を新設し適用規定と付記の表示について規定する改正作業を行っている。今後、船級符号への付記については、これら規則中に示される規定に従うこととなる。

(ii) 中長期作業項目

付記に対応する規定が規則中に分散して記されている等の状況から、改めて規則、あるいは章単位にまとめ直す等の実質的規則整備作業が必要なものもある。これらについては、この機会に該当する付記に対して必要な規定について再度見直しを行い改めてまとめた規定/規則とすることを考える。このような内容の見直しを伴う規則整備作業については、検討作業に要する時間に加え、通常の規則改正作業の手順と同じく専門委員会における審議から順を追って進められるため暫く時間が必要となる。このため短期作業項目とは独立に今後 1 年程度の見込みで規則整備作業を進める。規則制定/改正作業としてまとめた段階で順次公表することとなる。

4. 証書等の変更について

今後発行される船級証書の新様式における変更点、具体的な記載内容の変更等について述べる。

(1) 書式変更について

証書様式において今回改められた主な項目は次のとおりである。：

① 登録規則に規定される船級証書の様式(添付和文様式 1a 参照)を改め注記の記載欄を追加した。

② 従来和英併記であった外国籍船舶用の船級証書を英文表記のみに変更した。(添付 Form 3A)

今後、この新書式にて船級証書が発行されることとなる。注記が船級証書に記載されることになるため、従来付記の欄に一括記載された項目のうち内容/性格ごとに付記/注記の記載欄へ表示することとなる。このため、従来の付記の内容の一部が注記欄へ記載されることとなる場合もある。一方、従来の付記がそのまま付記欄に記載され注記欄が空欄という場合もある。

(2) 付記/注記の別について

付記/注記の別についての考え方は前 2 項に述べたとおり、適用された規則を示す表示を付記の欄に、その他の情報について注記欄に記載することとなる。個々のケースに対する付記/注記の別については、この概念に基き技術規則に応じて見直す必要がある。このため今後の規則整備に伴い個々のケースに対する見直しを随時行い必要に応じ変更を行うこととなる。

付記として整理される主なものは次のとおり(今後の規則整備に伴って以下と異なる場合もある)。

- ① 航路制限；”Coasting Service”，”Smooth Water Service”
- ② 船体主要部に鋼以外の材料を使用した場合；”FRP”，”Aluminum Alloy”
- ③ 船体構造/艀装；”Tanker, Oils flash point on and below 60 °C”，”Ore Carrier”，”Bulk Carrier”，”Container Carrier”，”Roll on - Roll off”，”Liquefied Gas Carrier Type 2PG”，”Chemical Tanker Type II”，”Barge”， etc.
- ④ 耐氷構造等；”Class IA Super Ice Strengthening”
- ⑤ 構造強度評価の適用；”PrimeShip – Direct Analysis”
- ⑥ 検査方法；”Enhanced Survey Program”，”Propeller Shaft Condition Monitoring System”

なお、注記は「本会が必要と認めた場合は、特殊な構造、積荷の種類等」を記載するものと規定されている(登録規則細則 2.1.5-2)。従来の付記欄に記載されていた事項のうち、このような内容に該当するものにあつては注記欄に記載されることとなる。注記に記載される項目の具体例として次のような項目が挙げられる。

- 主官庁の定める航行区域制限(船級規則上に規則要件が規定される”Coasting Service”，”Smooth Water Service” 等以外のものは注記となる。)
- 船舶の設計上の主な項目(LPG 船等の圧力/温度、潜水船の設計深度、等)
- 運航上特定の貨物に限定している専用貨物運搬船(船級登録上の規則適用に影響する構造上の特殊性が無い物。”Molasses” 等)
- その他、船舶の特徴的な構造、設備、搭載機器等を示すもの。

参考に、今後新証書様式への変更の際に付記/注記の変更がある場合の代表的な例を次に示す。

[Sample 1 航路付記]

Classification

Character(s): NS * (Coasting Service in the Philippines)



Classification

Character(s): NS * (Coasting Service)

Descriptive Note(s): (Coasting service in Philippines)

[Sample 2 艀装付記]

Classification

*Character(s): NS * (Tanker, Liquefied Gases-Maximum Pressure 1.77MPa and
Minimum Temperature 0 °C Type 2PG)*

↓

Classification

*Character(s): NS * (Liquefied Gas Carrier Type 2PG)*

*Descriptive Note(s): (Design maximum pressure: 1.77MPa / minimum
Temperature: 0 degree C)*

[Sample 3 艀装付記]

Classification

*Character(s): NS * (Tanker, Molasses or Oils-Flashpoint below 60 °C and
Chemicals Types II and III)*

↓

Classification

*Character(s): NS * (Tanker, Oils-flash point on and below 60°C / Chemical Tanker Types
II & III)*

Descriptive Note(s): (Designed for loading of Oils, Chemicals and Molasses)

様式 1(a)



日本海事協会
NIPPON KAIJI KYOKAI

IMO Number
IMO 番号

CERTIFICATE OF CLASSIFICATION

船 級 証 書

Ship's Name
船名

Classification Number
船級番号

Registered Gross Tonnage
登録総トン数

Official Number
船舶番号

Moulded Dimensions; Length
主要寸法 長さ

Breadth
幅

Depth
深さ

Owner
所有者

Port of
Registry
船籍港

Flag
国籍

When Built
製造年月

Builders, Where Built
製造者, 製造地

Main Propulsion Machinery; Description
主推進機関 種類

Number
数

THIS IS TO CERTIFY THAT the above ship having been surveyed for classification on _____ and found to be in compliance with the Society's Rules and Regulations, has been assigned a class and entered in the Classification Register with the undermentioned Classification Character(s).

上記船舶は、本会の規則に基づいて _____ 年 _____ 月 _____ 日 船級登録のための検査を受け、規則に適合したと認められた。よって、上記船舶に船級を付与し、下記の符号を以って本会の船級登録原簿に登録したことを証明する。

Classification

Character(s):

船級符号

Descriptive Note(s):

注記

This Certificate is valid until _____ subject to continued compliance with the Society's Rules and Regulations.

本証書は、上記船舶が本会の規則に適合していることを条件として _____ 年 _____ 月 _____ 日迄有効である。

Date of Issue
発行日

日本海事協会
NIPPON KAIJI KYOKAI

Place of Issue Tokyo
発行場所 東京

Form 3A



NIPPON KAIJI KYOKAI IMO Number
 CERTIFICATE OF CLASSIFICATION

Ship's Name *Classification Number*
Registered Gross Tonnage *Official Number*
Moulded Dimensions; Length *Breadth* *Depth*
Owner

Port of Registry *Flag* *When Built*

Builders, Where Built

Main Propulsion Machinery; Description *Number*

THIS IS TO CERTIFY THAT the above ship having been surveyed for classification on _____ and found to be in compliance with the Society's Rules and Regulations, has been assigned a class and entered in the Classification Register with the undermentioned Classification Character(s).

Classification

Character(s):

Descriptive Note(s):

This Certificate is valid until _____ subject to continued compliance with the Society's Rules and Regulations.

Date of Issue

Place of Issue Tokyo

NIPPON KAIJI KYOKAI

救命艇の事故について

1. はじめに

救命艇は、船舶の最も重要な非常時退船設備として SOLAS 条約により装備が義務づけられており、SOLAS III 章(救命設備)の 1983 年全面改正により 1986 年 7 月以降の建造船には全閉囲型救命艇の装備が強制化されている。

近年、自由降下進水式救命艇も採用されつつあるが、現在は Davit 進水装置を備えた全閉囲型救命艇が主流になっており、本会船級船に搭載されている Davit 進水式全閉囲型救命艇は数千艇に上っている。

救命艇が使用されるのは所謂緊急時であり、差し迫った状況で指揮者の指示の下、迅速かつ確実な操作が求められることから、設備の整備・点検および非常時のための訓練・操練の重要性は高く、SOLAS 条約でも義務要件として規定されている。

一方、本来人命安全・救助の為の設備であるべき救命艇が関係する事故の報告もあり、中には死傷者が出るような重大事故も発生している。

これに関連し、英国 MAIB(Marine Accident Investigation Branch)は、1989 年から 1999 年までの間、商船に発生した事故を調査し、Safety Study 1/2001 "Review of Lifeboat and Launching Systems' Accidents"を発表しているが、それによると商船乗組員の死亡者総数の約 16%は救命艇とその進水装置のトラブルが原因となっていると報告されている。

Accidents associated with lifeboats and launching systems

	Number of Incident	Injuries	Lives Lost
Hook	11	9	7
Tricing and Bowsing	10	5	2
Falls, Sheaves and Blocks	12	19	2
Engines and Starting	18	15	0
Grips	12	10	0
Winches	32	8	0
Davits	7	7	0
Free fall	2	1	0
Weather	2	0	0
Not otherwise classified	19	13	1
Total		87	12

MAIB Safety Study 1/2001

他の政府においても、自国籍船あるいは周辺海域での救命艇が関係する事故の報告を受け、事故防止のための対応策を検討している。その中で、オーストラリア、カナダ及びニュージーランド政府は、IMO に対して事故防止対策を議題として採り上げるよう働きかけ、IMO の **Sub-Committee on Ship Design and Equipment (DE)** は、事故を未然に防ぐために短期、中期及び長期的対策を執るよう提案している。対応策の具体的検討例としては、例えば **On-load release device** に関する要件の見直しや、自由降下進水式救命艇の推奨等も提示されており、今後、**Drafting group** を結成し、これら短・中期的対応策について検討するように要請している。

このような状況下、本会船級船で発生した事故のなかで、特に注目されるものについて以下に纏めた。

2. 救命艇落下事故

Davit 進水式全閉囲型救命艇は、既に十数年の実績を持ち、成熟した設備との認識であったが、操練時等での救命艇の落下事故が散発しており、それらの中には重大な人身事故もみられる。本会船級船においても、同様の事故が発生しており、それぞれのケースで事故原因を調査し、メーカーへの対策要請等事故再発防止措置を取り、同時に本会検査員にも検査の際の注意点等を指示しているが、今のところ完全には根絶できていない。

事故例 1

2000年10月、カナダ・バンクーバーに寄港中の同年建造の **Bulk Carrier** での救命艇の落下事故は、3名の犠牲者を出している。

この事故は、操練中に発生したもので、進水のために4名が乗艇し、艇内からの操作により振出しを開始、降下途中に艇が **Boat Deck** と接触し、突然救命艇の後部フックが外れたことにより、艇が片吊りになり殆ど垂直になった後、前部フックも外れ、後部から約15m下の水面に激突した。この事故で、艇内にいた4名のうち3名が死亡した。

事故を起こした救命艇は、2000年4月に建造された全閉囲型25名乗りのもので74SOLAS96年改正規則、**LSA Code** に適合している。

事故後直ちにカナダ当局による事故調査委員会が招集され、オーナー、メーカー及び造船所等の関係者に対して事情聴取、離脱装置を含む救命艇の検証等が行われた。その結果、調査委員会の報告書では、設計改善及び進水操作手順の確実な修得等が勧告された。

事故例 2

2001年11月、1986年建造の **Oil Tanker** で発生したもので、救命艇の降下、離脱、操船等の操練終了後、揚収中に海面上約14mの高さまで巻き上げた時点で突然船首側フックが外れ、後部フックのみで吊り上げる状態となり、その後フック取付け部がもぎ取られる形で約10m落下、船底を上にして浮上した。

本事故により、死者2名、重傷3名(内、1名は下半身不随)の犠牲者が出た。

事故後、前部フックを点検したところ、フックが完全に **Free** の状態となっており、フックのストッパーは固着したまま全く動かない状態であった。これらから、前部フックのストッパーが固着して、掛かっている状態であったにもかかわらず、巻き上げを開始し、その途中での動揺等の理由により前部フックが外れたことが事故の要因と考えられる。

事故例 3

2001年8月、1994年建造の **Bulk Carrier** において同じく操練中に落下事故が発生したもので、4名が乗艇して左舷側救命艇の降下・離脱・運転試験を行い、揚収。デッキで4名降りる。救

命艇をダビットに格納するため1名が再度乗艇。突然、船首・船尾側フックが同時に外れ、船尾側がラッシングされていた為、船首側がデッキに最初に落下し、直後船尾側もデッキに落ちて、デッキ上で1回転して海中に船尾側から落下、大破し、1名が軽傷を負った。

本事故の原因として、乗組員が救命艇離脱装置の機構及び復旧手順を十分に理解していなかった点、取扱説明書の不備及び整備が適切に行われていなかった点等が挙げられている。

特に、本船は、鉄鉱石を貨物としており、離脱フック摺動部には、かなりの粉塵がグリースに付着して（荷役の方向により、本船の場合には右舷艇の方が左舷艇より粉塵が溜まりやすいとのこと）、グリースが粘土状に固まってフックのスムーズな動きを阻害していたものと推定される。その為、完全にリセットされないまま揚収され、乗組員が乗り込んだ時のショックでフックが外れたものと推定される。揚収時に運転席側の操作ハンドルの安全ピンが硬くてなかなか入らなかったとの報告があり、フックが正しい位置にならなかった可能性が指摘できる。また、回収時にその安全ピンがどうなっていたかは不明。救命艇に乗り込んだ4名は日本人2名とフィリピン人2名で日本人の本船の乗船経験は長い。彼等は定期的に操練は行っているものの、どのようになったら負荷離脱装置が確実にリセット状態にあるのかという認識が無かった。事故発生時も揚収時にリセットの確認作業は行われなかった模様。

その他、International Association of Independent Tanker Owners(Intertanko)のWEB site でも救命艇の落下事故が報告されている。

2.1 救命艇離脱装置

74SOLAS96年改正規則、LSA Code に適合する救命艇の離脱装置の基本構成は、下図のように前後のフック、操作ハンドル及び水圧感知装置から成り立っている。

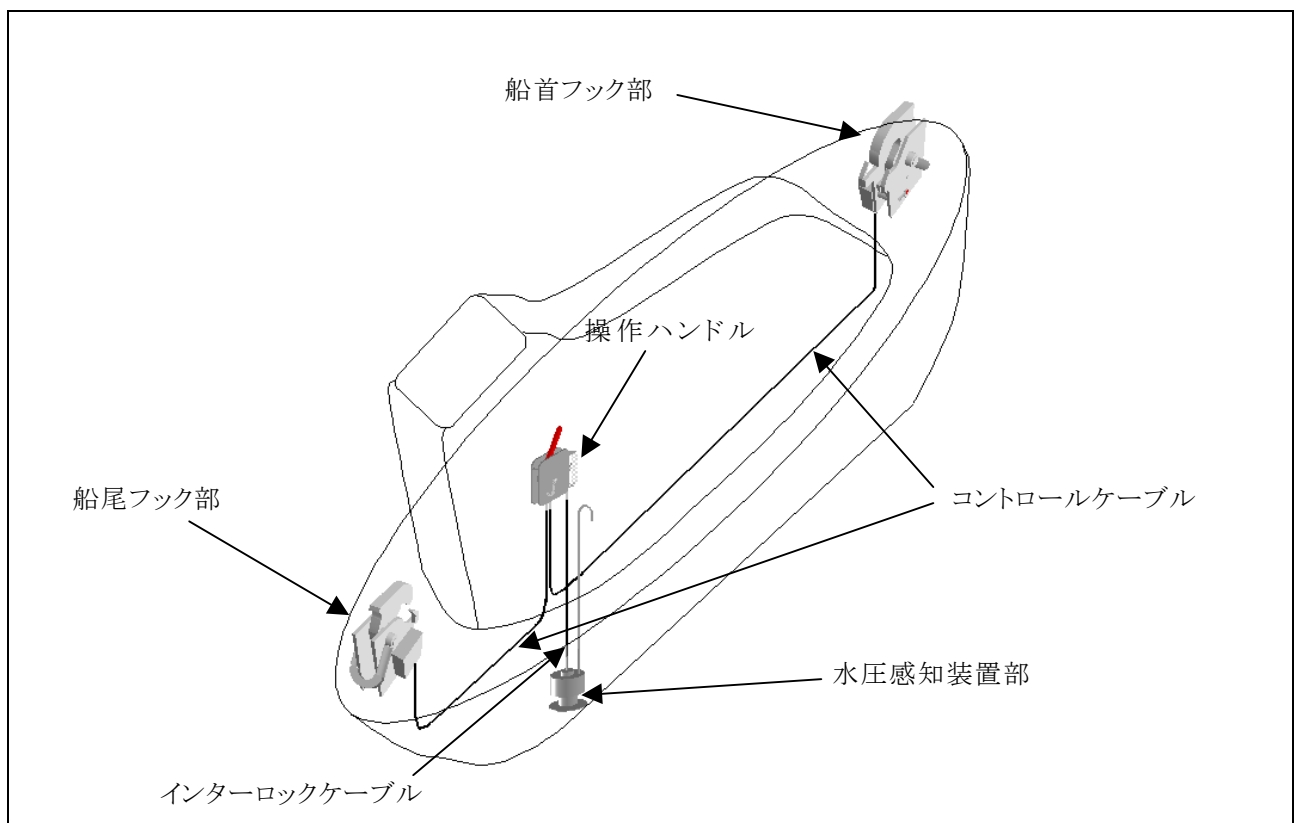


図 2.1 離脱システム基本構成

格納場所から振り出された救命艇は、吊り索が繰り出されることによって更に降下し、海面に着水した時点で水圧感知装置が働き、水圧 Interlock が開放される。その後、艇内の操作員が、離脱操作ハンドル部の安全ピンを抜き、ハンドルを操作することによって前後のフックが開放され、離脱は完了する。

水圧感知装置は空中での突発離脱を防止する目的で 74SOLAS96 年改正から新たに採り入れられた要件である。なお、波浪が高い状況や緊急時において海面に完全に着水していない状態で離脱を余儀なくされた場合のため、水圧検知 Interlock には Override 機能が付いている。

2.2 事故原因について

救命艇の落下事故は離脱フックが何らかの原因で外れてしまうものが多くを占めるが、それらは直接的には、フックのリセットが完全に行われていなかったためと考えられる。

(1) ユーザー側に関係する事故要因

- ・ 点検・整備： SOLAS III 章 20 規則では、救命艇及び進水装置に対して、週ごとの視覚による点検、月ごとの点検表を用いた点検を規定している。前述の事故例にも挙げられるように、定められた点検・整備を履行していなかったため事故に繋がったものもある。
- ・ 操作ミス： 救命艇の進水は、訓練を受けた操作員が、操作マニュアルに従い、慎重かつ確実な手順を踏み行われるべきものであるが、一部の船舶では、指名された操作員以外の乗組員が救命艇を通船代わりに使用したり、マニュアル通りの手順でフックのリセットを行っていなかった等の事例が報告されている。この一例として、3 名で行うべきリセットが 2 名で行われていたり、リセット完了後に装填すべき吊り下げリングをフック復旧中に同時に装填しようとしたため、スムーズなリセットが出来なかったものがある。

(2) メーカー側に関係する事故要因

- ・ 設計不良： 船舶に搭載される救命艇は、最新の SOLAS, LSA Code 等の関連規則に基づき、必要な試験を受け、政府、船級協会等の型式承認を取得しており、規則上の最低限の安全性は確保されているが、規則要件以外の点ではユーザーフレンドリー、フルプルーフな設計が徹底されているとは言い難い点もあり、事故の原因調査において何らかの改善命令が勧告されることがある。
- ・ 操作マニュアルの不備： 国内救命艇メーカーの操作マニュアルを調査した範囲では、各社のマニュアルに共通した編集方針は見られず、乗組員が違うメーカーの救命艇の操作を習得する上で問題がある。また、離脱装置を構成する部品名称もまちまちで、英文マニュアルについても理解しにくい表現が散見される。

2.3 事故防止対策

- (1) 設計改善
- (2) 確実な操作
- (3) 点検・整備の徹底
- (4) より安全な救命設備の開発

3. 空気自給装置用貯蔵容器(エアボトル)爆発事故

油タンカー、ケミカルタンカー等には、自蔵式の空気維持装置付の救命艇または耐火救命艇の搭載が義務づけられているが、本会船級船に搭載され 10 年以上を経過した耐火救命艇の空気自

給装置用貯蔵容器が航海中或いは容器の充填中に爆発する事故が報告されている。

事故例 4

2001年4月、就航後17年目のLPG船において、乗組員による本船上での容器再充填中に爆発事故が発生。日本製の耐火救命艇（先取りの水膜式耐火救命艇）は半損したものの人身事故に至ってない。容器の最高充填圧力は 150kg/cm^2 ・耐圧試験規定圧力は 250kg/cm^2 。NK検査員の報告によると、容器は約 70kg/cm^2 で爆発し、容器下側にはかなりの錆びが認められ、胴板の板厚は約3mmで元厚（約6.5mm）の約50%、また製造時から容器の交換・再充填は行っていないとのことである。

事故例 5

2002年2月、就航後13年目のタンカーにおいて、航海中に爆発事故が発生。日本製の耐火救命艇は半損したものの人身事故に至ってない。容器の最高充填圧力は 200kg/cm^2 ・耐圧試験規定圧力は 335kg/cm^2 。NK検査員の報告では、爆発しなかった他の1本を含め容器下側にはかなりの錆びが認められ、胴板の板厚は約3mmで元厚（約6.5mm）の約50%、また製造時から容器の交換・再充填は行っていないとのことである。

これらの事故を受け、本会ではClassNKテクニカルインフォメーション No.0456 (2002年5月25日付)を発行した。

4. その他の事故

事故例 6（ラッシングワイヤに関する事故）

救命艇進水操練において、救命艇内から操作ケーブルを引きながら救命艇降下を行った。その際、当該進水装置は、救命艇の降下に伴いそのラッシングワイヤが自動的にリリースされる構造となっていることから、事前にラッシングワイヤを外さず降下を開始したところ、救命艇ラッシングワイヤがリリースされた後、その船首部ラッシングワイヤエンドリングのクランプ部が、船首部救命艇船体に取り付けられたラッシングワイヤーガイドに引掛った為、そのガイド部が損傷し、更に降下中の救命艇の姿勢が不安定となったことから、救命艇船底がデッキ上の艀装物に接触し、底部に鋭角な凹損を生じた。

本事故は、海外メーカーで製造された救命艇と国内進水装置メーカーが供給したラッシングワイヤの取り合いが十分に検討されなかったことにより発生したもので、救命艇メーカーとダビットメーカーとの連絡・打合せ、さらに取り付け時に現場確認が行われていれば未然に防げたものと考えられる。

本来、進水装置は救命艇との組合せで設置される装置であることから、事前の検討は重要であるが、新しいメーカー同士の組合せの場合は特に注意が必要である。

5. まとめ

本会では、救命設備に関係する事故が発生している現実を重く捉えている。メーカーに対しては、SOLAS等の規則要件を満たすだけの救命設備では無く、誤操作の少ない、出来るだけシンプルな設計の装置となるように要請し、ユーザーサイドには救命設備の操作手順の完全な修得の重要性を訴え、必要であれば検査の内容を見直し、今後、同様の事故が一件でも未然に防げるように努めていきたい。